الغلاف الحيوي واستقراره

الغلاف الحيوي

هو الجزء من كوكب الأرض الذي توجد فيه الحياة، ويمتد من أعماق المحيطات إلى قمم الجبال، مرورًا باليابسة والهواء.



الشكل 1 - أغلفة الأرض

خصائص الغلاف الحيوي

- يعد الغلاف الحيوي نظامًا ضخمًا متكاملًا يضم جميع الكائنات الحية (النباتات، والحيوانات، والكائنات الدقيقة).
- يشمل كل البيئات التي تعيش فيها هذه الكائنات.
- تتفاعل الكائنات الحية في الغلاف الحيوي باستمرار مع البيئة المحيطة بها.
- يتم تبادل دائم للمادة والطاقة.

علاقة الغلاف الحيوي ببقية أغلفة الأرض

ارتباط الغلاف الحيوي بالأغلفة الأخرى

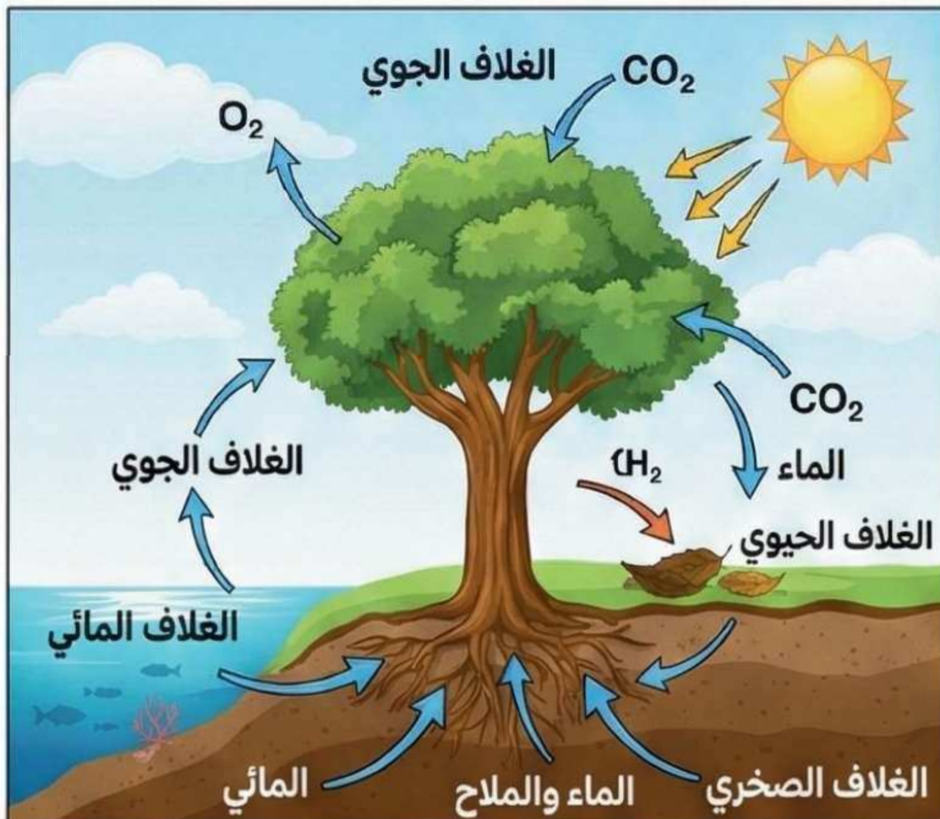
يرتبط الغلاف الحيوي ارتباطًا وثيقًا ببقية الأغلفة التي تكون كوكب الأرض، فهو لا يعمل بمعزل عنها، بل يعتمد عليها في استمرار الحياة وتوازنها.

تفاعل الغلاف الحيوي مع الأغلفة

- تتفاعل الكائنات الحية التي تشكل الغلاف الحيوي باستمرار مع الغلاف المائي الذي يزودها بالماء اللازم لجميع العمليات الحيوية.
- تتفاعل أيضًا مع الغلاف الجوي الذي يوفر الغازات الأساسية مثل الأكسجين اللازم للتنفس وثاني أكسيد الكربون اللازم للبناء الضوئي.

دور الغلاف الصخري

أما الغلاف الصخري، الذي سيدرس بتفصيل في الوحدة التالية، فيوفر العناصر المعدنية من خلال التربة، والتي تعتمد عليها النباتات في نموها واستقرارها.



الشكل 2 - علاقة الغلاف الحيوي بأغلفة الأرض

مثال على التفاعل: دورة حياة النبات

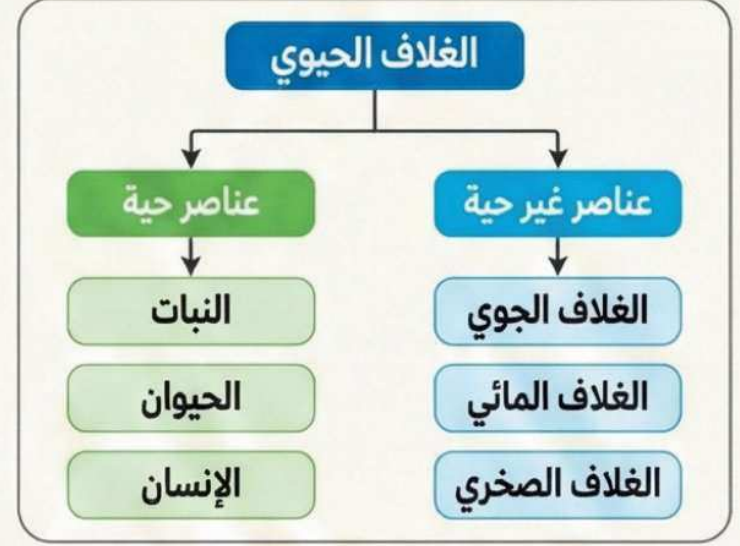
- يمتص النبات الماء والأملاح من التربة (الغلاف المائي والغلاف الصخري).
- يمتص ثاني أكسيد الكربون من الهواء (الغلاف الجوي).
- تستخدم طاقة الشمس لإنتاج الغذاء الذي يمكنه من النمو داخل الغلاف الحيوي.
- يطلق النبات الأكسجين إلى الهواء (الغلاف الجوي).
- يعيد جزءًا من الماء إلى الغلاف الجوي على هيئة بخار الماء (الغلاف المائي).
- عندما يموت النبات يتحلل في التربة إلى مواد بسيطة (الغلاف الصخري).

العوامل الحيوية واللاحيوية

يتكون الغلاف الحيوي من مكونات حية وأخرى غير حية تعمل معًا في نظام متوازن يجعل الحياة ممكنة على سطح الأرض.

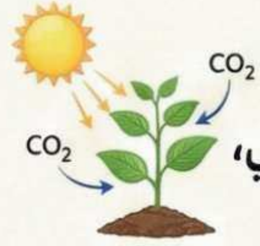
العوامل الحيوية (Biotic Factors)

تشمل جميع الكائنات الحية التي تؤثر في البيئة وتتأثر بها، مثل النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة.
تؤدي هذه الكائنات أدوارًا مختلفة داخل الأنظمة البيئية.



الشكل 3 - مخطط الغلاف الحيوي

أدوار الكائنات الحية



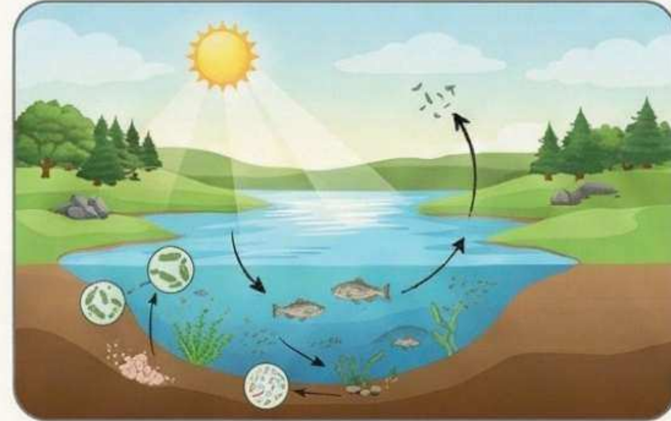
- النباتات تقوم بإنتاج الغذاء من خلال عملية البناء الضوئي، وتعد مصدر الطاقة الأول لباقي الكائنات.
- الحيوانات تصنف ككائنات مستهلكة تعتمد في غذائها على النباتات أو على غيرها من الحيوانات (الفرائس).
- تقوم الكائنات المحللة، مثل البكتيريا والفطريات، بتحليل بقايا الكائنات الميتة وإعادة المواد والعناصر الأساسية إلى البيئة ليستفيد منها النظام البيئي من جديد.

العوامل اللاحيوية (Abiotic Factors)



هي المكونات غير الحية في البيئة، وتشمل الضوء والماء ودرجة الحرارة، والتربة، والمعادن، والهواء، وتعد هذه وتند هذه العوامل مسؤولة عن تحديد نوع الكائنات الحية التي يمكنها العيش في منطقة معينة، إذ إن كل كائن حي يحتاج إلى ظروف بيئية محددة لينمو ويبقى على قيد الحياة.

تفاعل العوامل الحيوية واللاحيوية



- تتفاعل العوامل الحيوية واللاحيوية معًا لتكون النظام البيئي المتوازن الذي يحافظ على استمرار الحياة داخل الغلاف الحيوي.
- في النظام البيئي للبحيرة مثلًا، تتفاعل الأسماك والطحالب والبكتيريا مع العناصر الفيزيائية والكيميائية للماء في دورة متواصلة من تبادل المادة والطاقة.

المناطق الحيوية

عندما تتشابه عدة أنظمة بيئية في خصائصها المناخية وفي الكائنات الحية السائدة فيها، فإنها تكون ما يعرف بالمنطقة الحيوية.

أمثلة على المناطق الحيوية




- تمثّل الغابات المطيرة في الأمازون وإفريقيا وآسيا مناطق حيوية تشترك في مناخها الدافئ الرطب وفي وفرة التنوع الحيوي فيها.
- بينما تشترك الصحارى الكبرى في خصائص مناخية قاسية ونباتات متكيفة مع الجفاف.

الغلاف الحيوي والمستوى الشامل



أما المستوى الأعلى والأشمل فهو الغلاف الحيوي، وهو النظام الضخم الذي يضم جميع المناطق الحيوية على سطح الأرض، بما فيها اليابسة والمياه والهواء، ويحتوي على جميع أشكال الحياة وتفاعلاتها مع الأغلفة الأخرى للكوكب. ويمتد الغلاف الحيوي من أعماق المحيطات إلى أعلى الجبال.

يتدرج تنظيم الحياة في تسلسل هرمي متكامل، حيث يتكون المستوى الأعلى من مجموعة من المستويات الأدنى منه، وترتبط بينها تفاعلات معقدة ومتبادلة تضمن بقاء الكائنات الحية وتوازن الأنظمة البيئية على كوكبنا.

مستويات التنظيم في الغلاف الحيوي

تعيش الكائنات الحية ضمن منظومة متكاملة، لا يمكن لأي نوع منها أن يوجد بمعزلٍ عن الأنواع الأخرى أو عن البيئة المحيطة به. فالحياة على الأرض تُنظَّم في مستويات متدرجة من التعقيد، يبدأ أصغرها بالكائن الحي الفرد، وينتهي بأكبرها، وهو الغلاف الحيوي الذي يضم الحياة بأكملها على كوكب الأرض.

مستويات التنظيم

- الكائن الحي

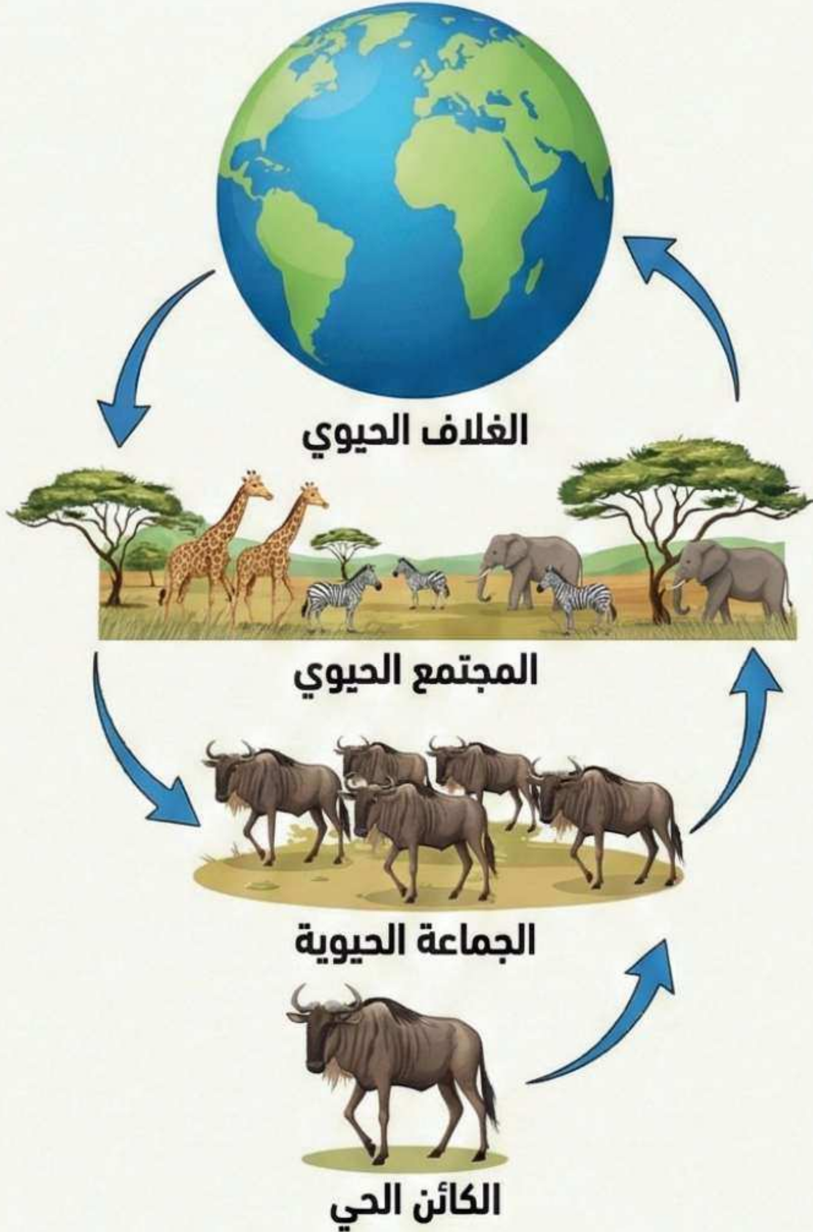
يمثل الكائن الحي المستوى الأول من هذا التسلسل؛ فهو فرد واحد من نوع معين، كسمكة واحدة في بركة أو شجرة واحدة في غابة.

- الجماعة الحيوية

تتكون من مجموعة من الأفراد من النوع نفسه تعيش في المكان والزمان ذاته، مثل قطيع من الظباء في السافانا أو تجمع من الأسماك في مياه البحر الأحمر، حيث تتشارك أفراد الجماعة فيما بينها في الغذاء والتكاثر والحماية.

- المجتمع الحيوي

عندما تجتمع جماعات حيوية مختلفة من أنواع متعددة وتعيش في منطقة واحدة، فإنها تشكل مجتمعًا حيويًا، كالغابة التي تضم أشجارًا ونباتات عشبية وحشرات وطيورًا وثدييات تتفاعل جميعها في شبكة معقدة من العلاقات الغذائية.



الشكل 4 - مستويات التنظيم في الغلاف الحيوي

الشبكات الغذائية

إحدى آليات الربط الأساسية بين هذه المستويات هي الشبكات الغذائية، التي توضح الطريقة التي تحصل بها الكائنات الحية على المادة والطاقة. فتحديد كيفية حصول كل كائن على غذائه يوضح دوره داخل المجتمع الحيوي داخل المجتمع الحيوي وموقعه في الشبكة الغذائية، ويبين كيف تنتقل الطاقة والمغذيات عبر المستويات المختلفة من تنظيم الحياة.

أنماط التغذية وانتقال الطاقة في النظام البيئي

يبدأ تكوين الغذاء في النظام البيئي بكائنات تعرف بذاتية التغذية (Autotrophic Organisms)، أو الكائنات المنتجة، وهي الكائنات القادرة على تحويل المواد غير العضوية إلى مركبات عضوية مخزنة للطاقة.

الكائنات المنتجة

- أكثر هذه الكائنات شيوعًا، النباتات الخضراء والطحالب.
- وكذلك بعض البكتيريا المتخصصة.
- تستخدم النباتات الطاقة الضوئية وثاني أكسيد الكربون والماء لصنع السكريات والأغذية العضوية في عملية البناء الضوئي.



الشكل 5 - مستويات التغذية في النظام البيئي

التعبير عن هذه العملية بشكل مبسط بالمعادلة الكيميائية التالية:



$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

تشكل الكائنات المنتجة قاعدة الهرم؛ لأن كل الطاقة المتاحة لباقي المستويات تأتي أساسًا من تحويلها للطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية قابلة للاستهلاك.

الكائنات غير ذاتية التغذية (Heterotrophic Organisms)

تأتي بعد ذلك الكائنات غير ذاتية التغذية، أو **الكائنات المستهلكة**، التي لا تستطيع تكوين غذائها بنفسها، وإنما تحصل عليه باستهلاك منتجات أو كائنات مستهلكة أخرى.

مستويات تغذية الكائنات المستهلكة

يمكن تقسيم الكائنات المستهلكة إلى مستويات تغذية حسب مصدر غذائها:

- **الكائنات المستهلكة الأولية** (آكلات الأعشاب): تتغذى مباشرة على النباتات.
- **الكائنات المستهلكة الثانوية:** تتغذى على آكلات الأعشاب، وتتدرج إلى المفترسات العليا.

أمثلة لمستويات تغذية

في النظام النهري: الطحالب الدقيقة (كائنات منتجة) تتغذى الأسماك الصغيرة (مستهلكات أولية)، وهذه بدورها تتغذى عليها الأسماك المفترسة الأكبر (مستهلكات ثانوية أو ثالثية).

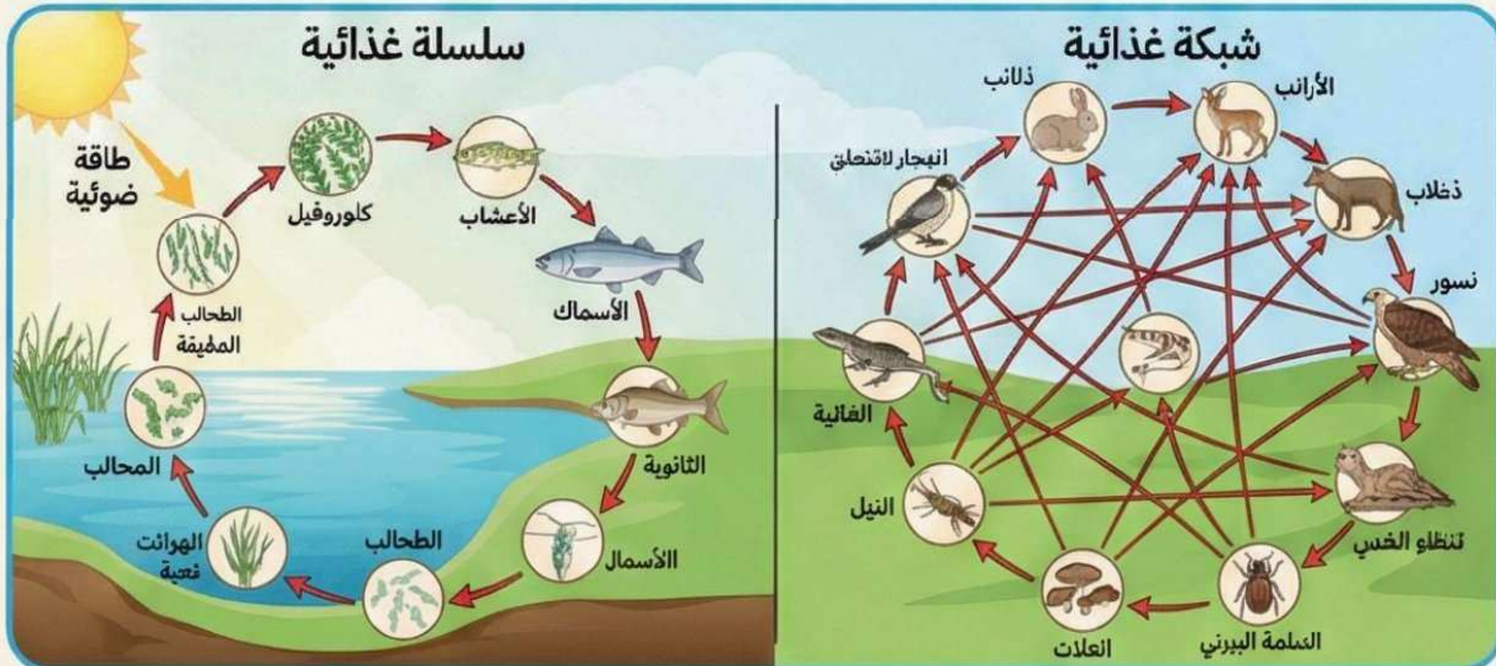
وفي النظام البري: تمثل الأشجار والنباتات قاعدة تتغذى عليها الأرانب والغزلان التي تتغذى عليها ذئاب أو نسور كمستهلكات لاحقة.

المحللات

تأتي المحللات في الطبقة التالية من الهرم الغذائي حيث تلعب دورًا أساسيًا في إعادة تدوير المادة داخل النظام البيئي. تقوم البكتيريا والفطريات بتحليل بقايا النباتات والحيوانات الميتة وتحويلها إلى عناصر معدنية بسيطة تعود للتربة والمياه. في غياب الكائنات المحللة، تتراكم المواد العضوية والكائنات الميتة وتتوقف دورة المواد الغذائية، مما يؤثر سلبًا على جميع مستويات التنظيم البيئي.

مثال تطبيقي

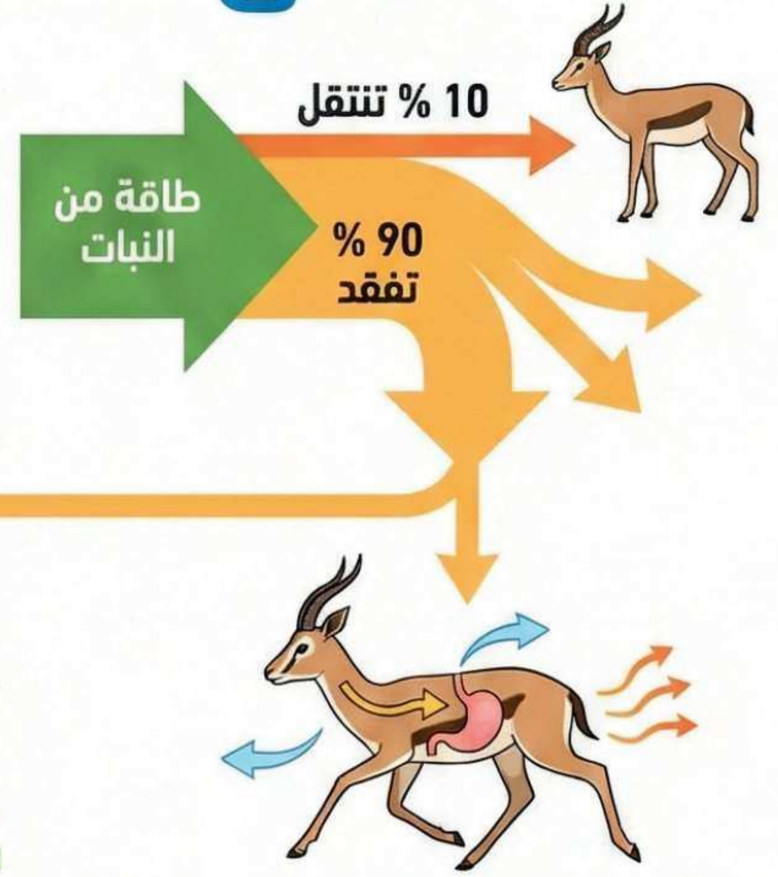
على سبيل المثال، في دلتا النيل والبحيرات المرتبطة بها تعمل الطحالب ككائنات منتجة أساسية. تستهلك الأسماك العوالق النباتية والحيوانية الصغيرة، بينما تعمل الطيور المائية والأسماك الكبيرة ككائنات مستهلكة عليا.

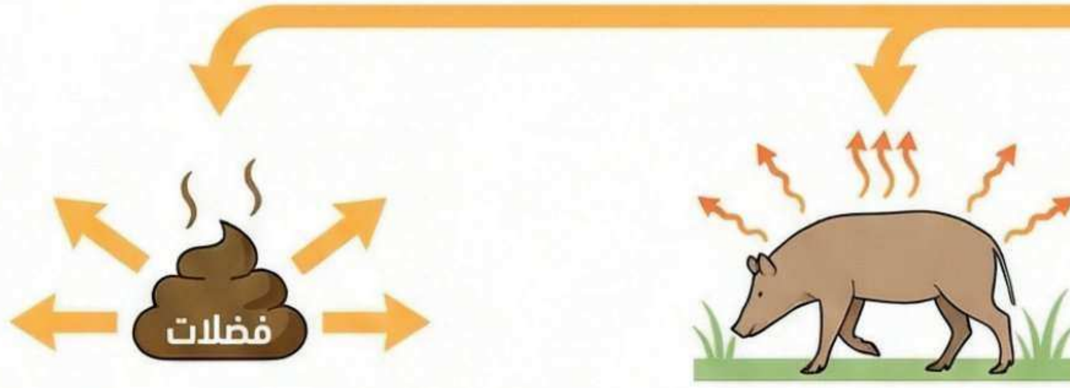


الشكل 6 - سلسلة غذائية وشبكة غذائية

تدفق الطاقة في النظام البيئي

يمكن أيضًا دراسة المستويات الغذائية من خلال تدفق الطاقة بينها. فعندما يأكل حيوان من آكلات العشب نباتًا، فهو لا يحصل على كل الطاقة الموجودة في ذلك النبات، بل جزءًا صغيرًا فقط (10 %)، ويُخزن جزء من الطاقة المنتقلة إلى الحيوان في خلاياه وأنسجته. أما بقية الطاقة (90 %)، فإنها لا تنتقل إلى المستوى الغذائي التالي، حيث إنها تتوزع على عدة مسارات، مثل:





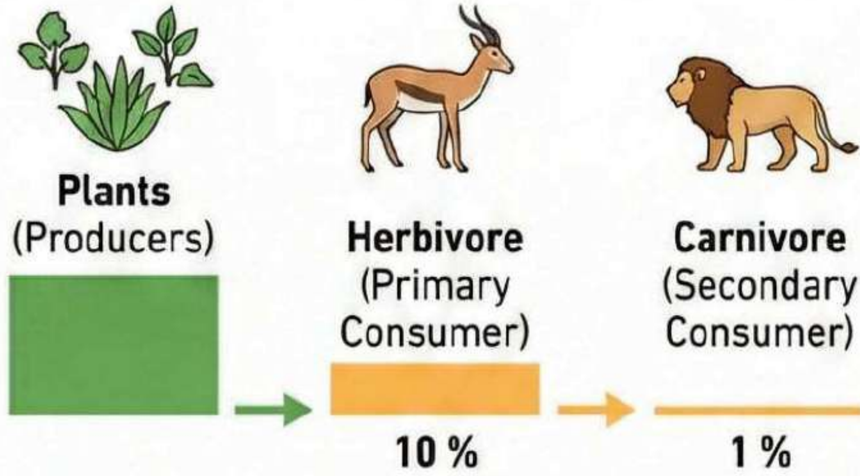
1. طاقة يستخدمها الحيوان في العمليات الحيوية:
يستخدم الحيوان جزءًا من الطاقة التي انتقلت إليه من النبات لكي يقوم بالعمليات والأنشطة الحيوية مثل الهضم والتنفس والحركة وغيرها. تلك الأنشطة تستهلك كمية كبيرة من الطاقة.

2. طاقة تفقد على هيئة حرارة:
أثناء نشاط الحيوان وقيامه بالعمليات الحيوية، تنتج كمية من الطاقة الحرارية التي تنتقل إلى البيئة ولا تنتقل إلى الكائن الذي يتغذى على هذا الحيوان.

3. طاقة مختزنة في المواد التي لم يستطع الحيوان هضمها:
بعض أجزاء النبات التي يلتهمها الحيوان لا تُهضم بالكامل مثل الألياف القاسية، وبالتالي يطرد الحيوان جزءًا من الطاقة مختزنًا في فضلاته.

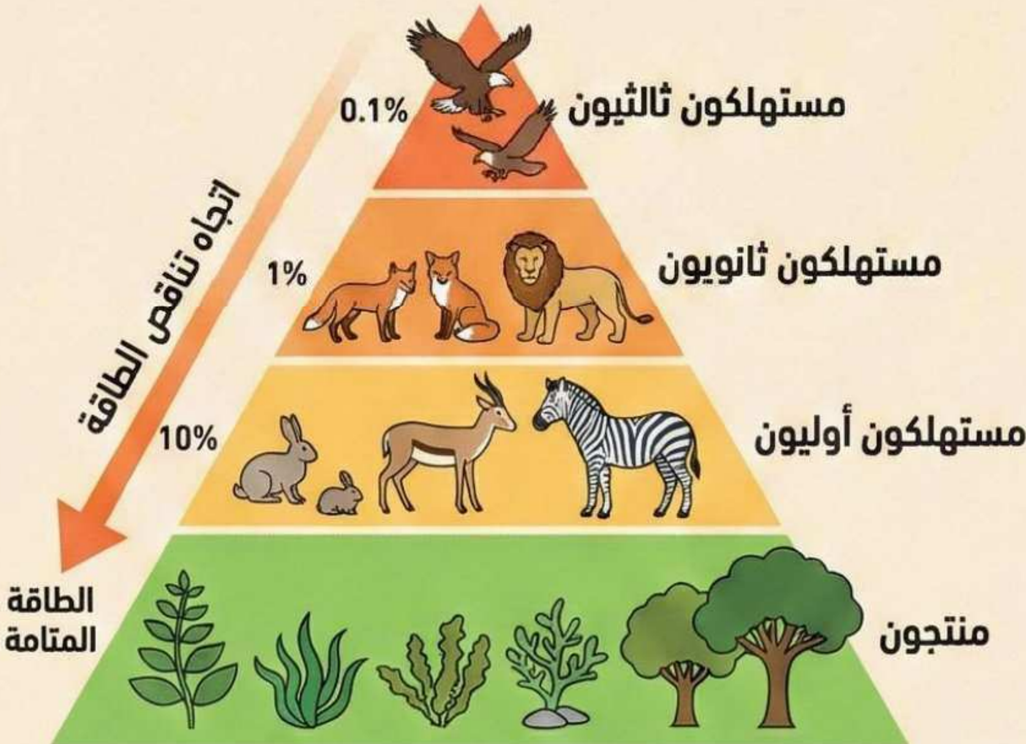
ومن هذا نستنتج أن جزءًا بسيطًا من الطاقة المختزنة في أنسجة النبات تنتقل إلى الحيوان العاشب، وبالمثل، ينتقل جزء بسيط من الطاقة من الحيوان العاشب إلى الحيوان الذي يفترسه.

ولهذا تتناقص كمية الطاقة المنتقلة من مستوى غذائي إلى آخر كلما اتجهنا في هرم الطاقة من المنتجين إلى المستهلكين.



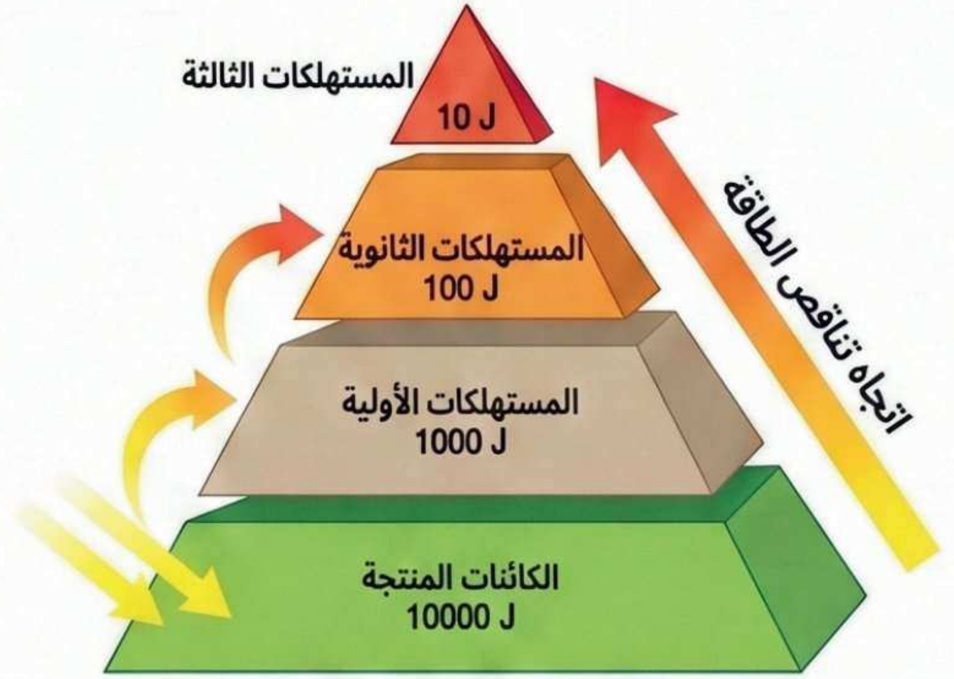
ولهذا السبب تُستخدم نماذج الهرم البيئي لتمثيل كمية الطاقة أو أعداد الكائنات الحية أو كتلتها الحيوية في المستويات الغذائية المختلفة.

تشكّل الكائنات المنتجة قاعدة الهرم وأكبر مستوياته، كونها الأكثر عددًا وتمتلك أكبر كمية من الطاقة. تتناقص كمية الطاقة أو عدد الكائنات أو الكتلة الحيوية تدريجيًا كلما انتقلنا من مستوى إلى مستوى تالٍ له، حيث تقل الطاقة المتاحة شيئًا فشيئًا في اتجاه قمة الهرم.



الشكل 7 - الأهرامات البيئية

يقل عدد الكائنات في المستوى الأعلى من الهرم حيث لا تدعم كمية الطاقة المتوفرة إلا عدد قليل من الأفراد. وهذا يفسر قلة أعداد المفترسات الكبيرة مقارنة بوفرة أعداد النباتات وآكلات العشب.



الشكل 8 - هرم الطاقة

مثال:
لو لديك 10,000 وحدة طاقة مختزنة في عدد معين من النباتات (كائنات منتجة)، فقد تصل منها 1000 وحدة فقط إلى آكلات الأعشاب التي تتغذى عليها (مستهلكات أولية)، ثم 100 وحدة إلى آكلات اللحوم التي تتغذى على آكلات العشب (مستهلكات ثانوية)، وربما 10 وحدات فقط إلى المفترس الكبير الذي يتغذى على آكلات اللحوم (مستهلكات ثالثة).

في المقابل، في المناطق الصحراوية تكون الكائنات المنتجة محدودة بسبب شح الماء والحرارة الشديدة، وتتكيف الحيوانات لتكون فعالة في استخدام الطاقة، وتكون الشبكات الغذائية أبسط وأكثر اعتمادًا على مصادر غذائية متقطعة.

وتوجد أيضًا شبكات غذائية معقدة تتكون من سلاسل متعددة مترابطة لا يعتمد المستهلك فيها على نوع واحد من الغذاء، بل على مصادر متعددة. هذا التشابك يجعل المجتمع الحيوي أكثر مرونة أمام فقدان نوع واحد، لكنه أيضًا يجعل التأثيرات السلبية مثل إزالة غطاء نباتي أو تلوث الماء مؤثرة على نطاق واسع، لأن تأثيرها يمتد عبر الشبكة بأكملها.

تطبيقات تكنولوجية



الشكل 9 - الوشق الأيبيري

طور العلماء أطواقًا ذكية بها مستشعرات دقيقة، يتم وضعها حول أعناق الحيوانات البرية الموجودة في المحميات الطبيعية بدولة كينيا. تقوم المستشعرات بقياس كمية الطاقة التي يستهلكها الحيوان كل يوم أثناء نشاطه وبحثه عن الغذاء، حيث تقوم بقياس معدل الحركة والنبض ودرجة حرارة الجسم. وباستخدام الذكاء الاصطناعي، يتم تحليل تقيل البيانات لمعرفة مقدار الطاقة التي تفقدها الحيوانات.

ساعد هذا الابتكار في إنقاذ قطعان من الوشق الأيبيري المهددة بالانقراض، بعدما اكتشف الباحثون أن انخفاض أعداد الفرائس خفض من كمية الطاقة المتاحة لها المتاحة لها بشكل خطير، مما مكن الخبراء بهذه المحميات من التدخل لتوفير بيئة غذائية غذائية أفضل.

لذا فإن دراسة أنواع التغذية ليست مجرد تصنيف للكائنات، بل هي أداة لفهم ديناميكية الأنظمة البيئية، وكيف تحافظ على توازنها أو كيف تنهار الوظائف البيئية عندما تتعرض لعوامل بشرية أو طبيعية مضطربة.

بعد أن تعرفنا كيف تحصل الكائنات الحية على غذائها، يصبح من المهم أن نفهم مم يتكون هذا الغذاء، وما المواد التي تمد الخلايا بالطاقة وتبني أجسام الكائنات.

المركبات الكيميائية في الغلاف الحيوي

تهدف جميع أشكال التغذية في الكائنات الحية إلى تزويدها بالمركبات الكيميائية الأساسية التي تقوم عليها الحياة. تتألف هذه المركبات العضوية من أربع مجموعات رئيسية هي: **الكربوهيدرات**، والليبيدات، والأحماض النووية. هذه المركبات تمثل المصادر التي تُخزن فيها الطاقة، والعناصر التي تُنظم العمليات الحيوية. وفيما يلي سنتعرف أهم هذه المركبات، وتركيبها، ووظائفها الحيوية.

أولًا: الكربوهيدرات: مصدر الطاقة الرئيس (Carbohydrates)

الكربوهيدرات هي المركبات العضوية الأكثر شيوعًا في الكائنات الحية، وتتكون جزيئاتها من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين بنسبة تقريبية (1:2:1) على الترتيب. وتعد المصدر الرئيس للطاقة في معظم الكائنـات الحية، إذ تتحلل هذه المركبات في الخلايا لإنتاج الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية.

تنقسم الكربوهيدرات إلى ثلاثة أنواع رئيسة:

- **السكريات الأحادية:**

وهي أبسط أشكال الكربوهيدرات وتستخدم مباشرة في التنفس الخلوي لإنتاج الطاقة، مثل الجلوكوز (سكر العنب) والفركتوز (سكر الفاكهة).

CH_2OH, O, H, OH, HO

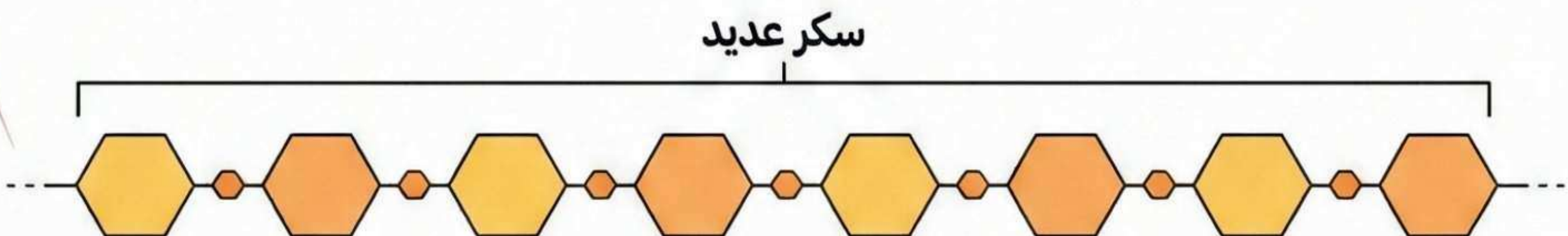
سكر أحادي (الجلوكوز)

- **السكريات الثنائية:**

تنتج من اتحاد جزيئين من السكريات الأحادية، مثل **السكروز** (سكر القصب) واللاكتوز (سكر اللبن).

- **السكريات العديدة:**

مركبات معقدة تتركب من العديد من السكريات الأحادية، وتدخل في بناء الخلايا أو تخزين الطاقة أو تكوين الهياكل الداعمة، مثل السليلوز الذي يدخل في تركيب جدران تركيب جدران الخلايا النباتية، والكيتين الذي يدخل في تركيب الهياكل الخارجية، للمفصليات، والنشا الذي يُخزن في النباتات (في الأوراق والدرنات)، والجليكوجين الذي يُخزن في الحيوانات (داخل الكبد والعضلات).

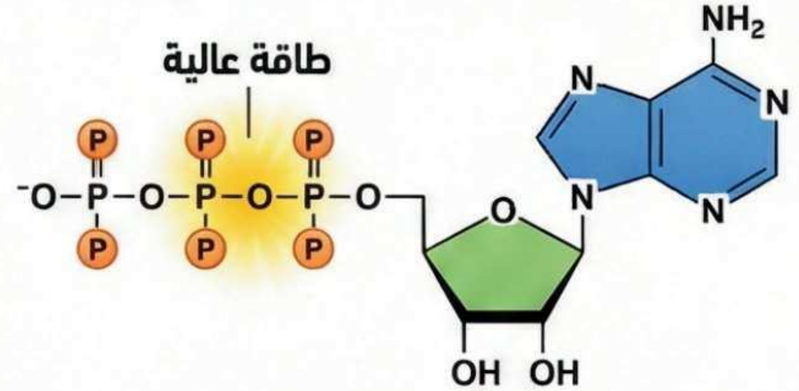


الشكل 10 - تتكون السكريات العديدة من عدة سكريات أحادية

الطاقة في الخلايا الحية

تُعد جزيئات الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) المصدر المباشر للطاقة في الخلايا الحية، فهي تمثل شكل الطاقة الكيميائية التي يمكن استخدامها مباشرة في العمليات الحيوية المختلفة.

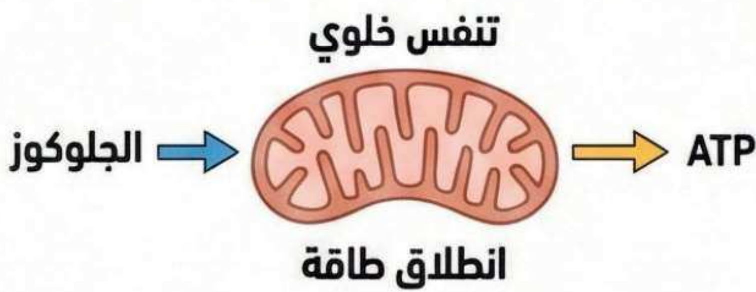
تركيب جزيء ATP وانطلاق الطاقة

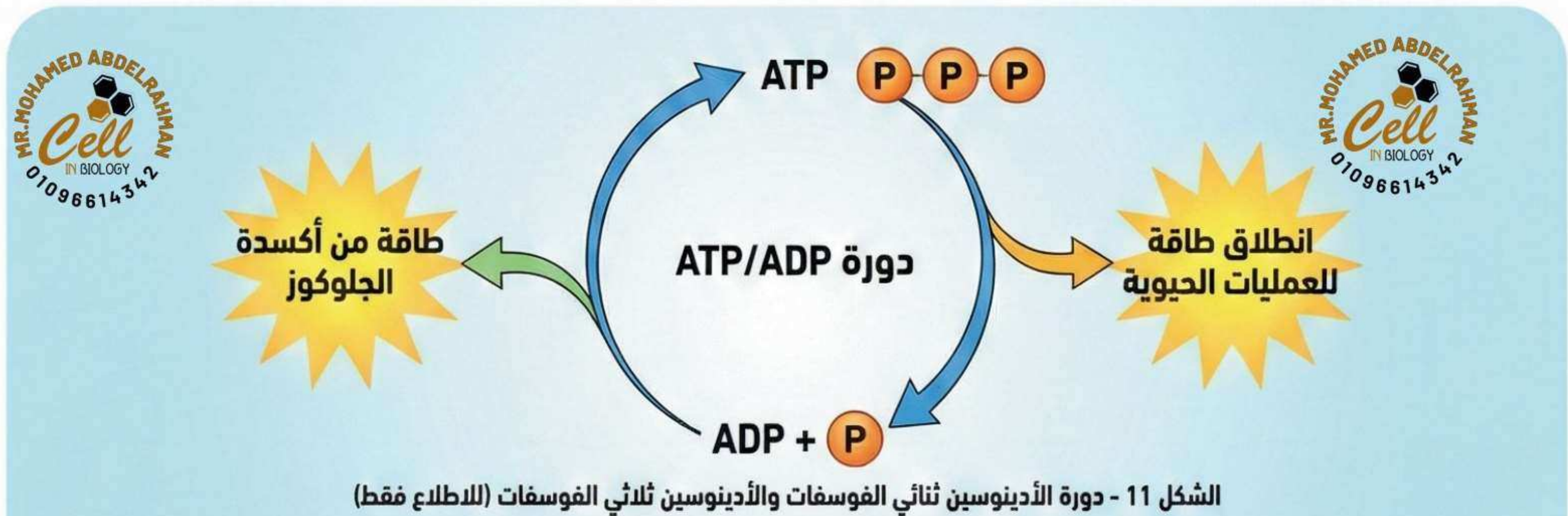


يتكون جزيء ATP (أدينوسين ثلاثي الفوسفات) من ثلاث مجموعات فوسفات متصلة بجزيء يُسمى الأدينوسين. الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة عالية الطاقة لأنها تحتاج طاقة كبيرة لتكوينها، وعندما تنكسر هذه الرابطة تتحرر كمية من الطاقة يمكن للخلية الاستفادة منها مباشرة في أداء وظائفها الحيوية مثل الانقباض العضلي أو نقل المواد عبر الأغشية.

دور الجلوكوز في إنتاج ATP

عندما يدخل الجلوكوز الناتج عن عملية البناء الضوئي أو المستمد من الغذاء في الكائنات غير ذاتية التغذية إلى الخلية، يتحلل في سلسلة من التفاعلات الكيميائية تُعرف بعملية التنفس الخلوي، يتم خلالها تكسير روابطه الكيميائية تدريجيًا، مما يؤدي إلى انطلاق طاقة، هذه الطاقة لا تُستخدم مباشرة، بل تُخزن بطريقة منظمة داخل جزيئات ATP.





الشكل 11 - دورة الأدينوسين ثنائي الفوسفات والأدينوسين ثلاثي الفوسفات (للاطلاع فقط)

وعندما تحتاج الخلية إلى الطاقة، تُكسر هذه الرابطة لتتحول جزيئات ATP إلى أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) مع انطلاق الطاقة اللازمة لقيام الخلية بوظائفها، مثل انقباض العضلات أو نقل المواد عبر الأغشية أو بناء الجزيئات الحيوية. وبإضافة مجموعة فوسفات جديدة، يمكن للخلية إعادة تكوين جزيء ATP النشط من ADP، مستخدمة جزءًا من الطاقة الناتجة من أكسدة الجلوكوز. وهكذا تستمر هذه الدورة الحيوية الدقيقة التي تضمن تزويد الخلايا بطاقة مستمرة ومتجددة تحافظ على استمرار الحياة.

تطبيقات طبية

تعد أجهزة مراقبة الجلوكوز المستمرة CGM من أهم الابتكارات الصحية الحديثة؛ فهي تقيس مستوى سكر الدم داخل الجسم كل عدة دقائق دوخز، مما يساعد على تتبع توفر الكربوهيدرات كمصدر للطاقة قبل تحويلها إلى جزيئات ATP. تساعد هذه الأجهزة المرضى والرياضيين على إدراك تأثير وجبات الكربوهيدرات على إنتاج إنتاج الطاقة، وضبط نمط الغذاء، ومعدل الجهد البدني بدقة للحفاظ على طاقة مستقرة وصحة أفضل.



الشكل 12 - جهاز مراقبة الجلوكوز

ثانيًا: البروتينات (Proteins): وحدات البناء الوظيفية في الكائنات الحية داخل الغلاف الحيوي

البروتينات هي جزيئات ضخمة ومعقدة تتكون من وحدات صغيرة تُعرف بالأحماض الأمينية. تحتوي هذه الجزيئات على عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين، وأحيانًا الكبريت. وهي تشكل المادة البنائية الرئيسة في أجسام الكائنات الحية، وتدخل في تركيب العضلات والإنزيمات وبعض الهرمونات والأجسام المناعية.

تختلف البروتينات باختلاف ترتيب الأحماض الأمينية داخل سلاسلها، وهذا الترتيب يحدد شكلها ووظيفتها.

أمثلة على وظائف البروتينات

- فمثلًا، البروتينات البنائية مثل الكيراتين تعطي الصلابة للشعر والأظافر.
- بينما تعمل البروتينات الإنزيمية مثل الأميليز كعوامل حفازة تقوم بتسريع معدل التفاعلات الكيميائية الحيوية داخل الجسم دون أن تُستهلك خلالها.

هضم البروتينات

- عندما تتفكك البروتينات أثناء الهضم، تتحوّل إلى أحماض أمينية يُعاد استخدامها لبناء بروتينات جديدة حسب حاجة الخلايا.

ثالثًا: الليبيدات (Lipids): مخازن الطاقة

تعريف الليبيدات

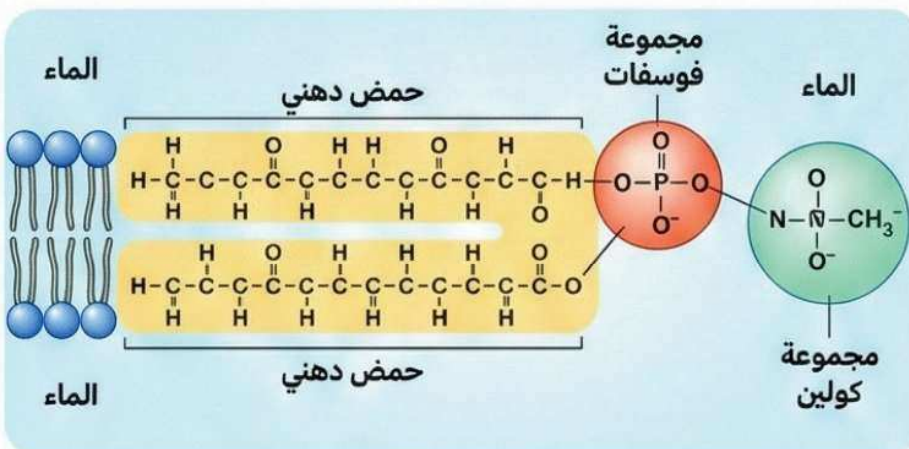
- الليبيدات هي مركبات عضوية تتكون جزيئاتها أساسًا من الكربون والهيدروجين والأكسجين.
- تُعدّ مصدرًا مركزًا للطاقة في الجسم، إذ تنتج عند أكسدتها ضعف ما تنتجه الكربوهيدرات من طاقة.
- تعمل كعازل حراري يحافظ على درجة حرارة الجسم، مثل طبقة الدهون السميكة في الدب القطبي.



الشكل 13 - الدب القطبي

الليبيدات والأغشية الخلوية

- وتعتبر الفوسفوليبيدات جزيئات دهنية تحتوي على مجموعة فوسفات.
- تمثل جزءًا أساسيًا في تركيب الأغشية الخلوية.
- تدخل في تكوين طبقة مزدوجة تحيط بالخلية.



الشكل 14 - التركيب الجزيئي للفوسفوليبيدات (للاطلاع فقط)

أشكال الدهون ووظائفها

- توجد الدهون في عدة صور منها الزيوت النباتية والدهون الحيوانية.
- تُخزن في الأنسجة الدهنية لتستخدمها الخلايا عند الحاجة للطاقة.
- تدخل بعض أنواع الدهون مثل الكوليسترول في تكوين بعض الهرمونات وفيتامين D.

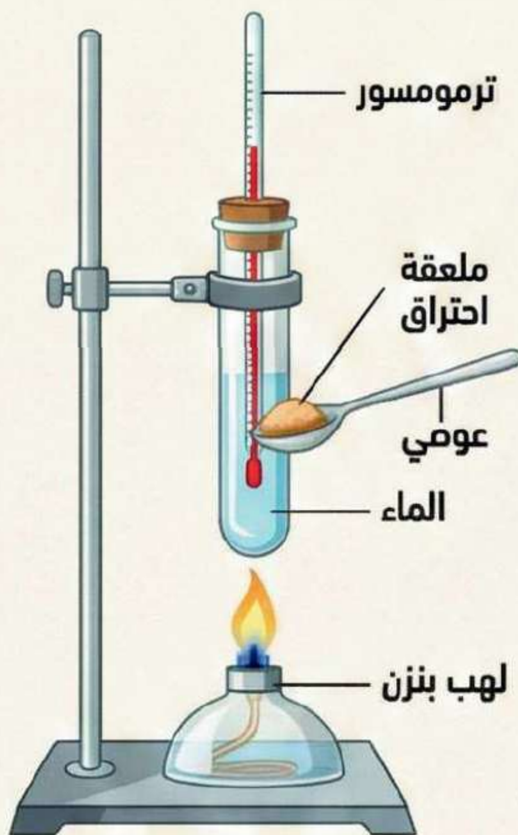
مقارنة المحتوى الحراري للدهون والكربوهيدرات

تعريف المحتوى الحراري

- يُعرّف المحتوى الحراري بأنه كمية الحرارة الناتجة عن احتراق 1 جرام من الطعام.
- ويتم قياسه بالكيلوجول لكل جرام (kJ/g).
- وفي النواحي العملية عادة ما تُستخدم وحدة الكيلو سعر لكل جرام (kCal/g).

علمًا بأن: (1Calorie = 4.18J)

تجربة عملية



الشكل 15 - تعريف المحتوى الحراري لعينة غذاء

الأدوات

- أنبوبة اختبار
- ملعقة احتراق
- لهب بنزن
- ميزان حساس
- ترمومتر
- ماء
- عينة من السكر الأبيض (كربوهيدرات)
- عينة من زيت نباتي نقي (دهون)

الخطوات

1- ضع حجمًا مناسبًا من الماء في أنبوبة الاختبار.
2- سجل درجة حرارة الماء الابتدائية (t_1) باستخدام الترمومتر.
3- ضع كتلة معينة من السكر (10g) في ملعقة الاحتراق.
4- ابدأ في حرق عينة الطعام باستخدام لهب بنزن على بعد 1cm من أنبوبة الاختبار حتى تحترق تمامًا.
5- سجل درجة الحرارة النهائية للماء (t_2).
6- مقدار التغير في درجة حرارة الماء ($t_2 - t_1$) يعبر عن كمية الطاقة التي اكتسبها الماء والأنبوبة، والتي بدورها تعبر عن كمية الطاقة المنطلقة من عينة الغذاء عند حرقه.
7- كرر الخطوات السابقة مع كتلة مماثلة من زيت الطعام.

سجل ملاحظاتك: ....

الاستنتاج: ....

....

التكنولوجيا الحديثة وتفسير تركيب الجزيئات الحيوية من منظور فيزيائي


الشكل 16 - المجهر الإلكتروني

- أدت التكنولوجيا الحديثة إلى تطوير أجهزة دقيقة مكّنت العلماء من دراسة المركبات الأساسية للحياة على المستوى الجزيئي.
- ومن أهم هذه الأجهزة المجهر الإلكتروني الذي يعتمد على استخدام حزمة من الإلكترونات بدلًا من الضوء لتكوين صورة.
- حيث إنه يمكن التحكم في الطول الموجي المصاحب للإلكترون ليصبح أقصر كثيرًا من الطول الموجي للضوء.
- مما يتيح رؤية تراكيب صغيرة جدًا مثل بروتينات الغشاء والليبيدات التي لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوبات الضوئية التقليدية.
- وقد ساعد هذا التقدم في فهم كيفية ترتيب الجزيئات داخل الخلايا.

رابعًا: الأحماض النووية (Nucleic Acids) وضمان استمرارية الحياة في الغلاف الحيوي

أهمية الأحماض النووية

- تُعد الأحماض النووية أساس الوراثة في جميع الكائنات الحية.
- فهي التي تحمل الشفرة الوراثية المسؤولة عن تحديد صفات الكائن وتنظيم وظائف خلاياه.

التركيب العام للأحماض النووية

- تتكون الأحماض النووية من وحدات صغيرة تُسمى النيوكليوتيدات.
- يتكون كل نيوكليوتيد من سكر خماسي، ومجموعة فوسفات، وقاعدة نيتروجينية.
- القواعد النيتروجينية هي: الأدينين A، الثايمين T، السيتوزين C، والجوانين G.
- ينشأ عن ترتيب هذه القواعد ما يُعرف بـ"الشفرة الوراثية" التي تحدد كل صفات الكائن الحي.

أنواع الأحماض النووية

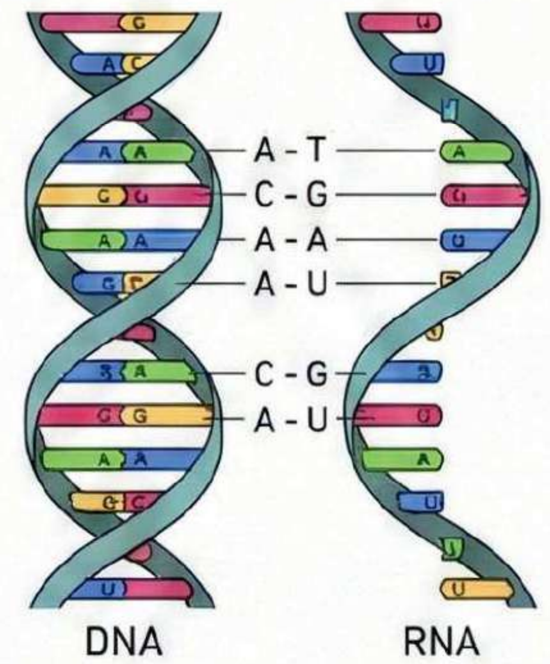
- وهناك نوعان رئيسان من الأحماض النووية:

الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA)

- وهو الذي يحمل المعلومات الوراثية داخل نواة الخلية في الكائنات حقيقية النواة.
- ويحمل المعلومات الوراثية التي تنتقل من جيل إلى جيل.

الحمض النووي الريبوزي (RNA)

- وهو الذي يشارك في تحويل هذه المعلومات الوراثية إلى بروتينات تنفذ وظائف الخلية.



الشكل 17 - الحمض النووي

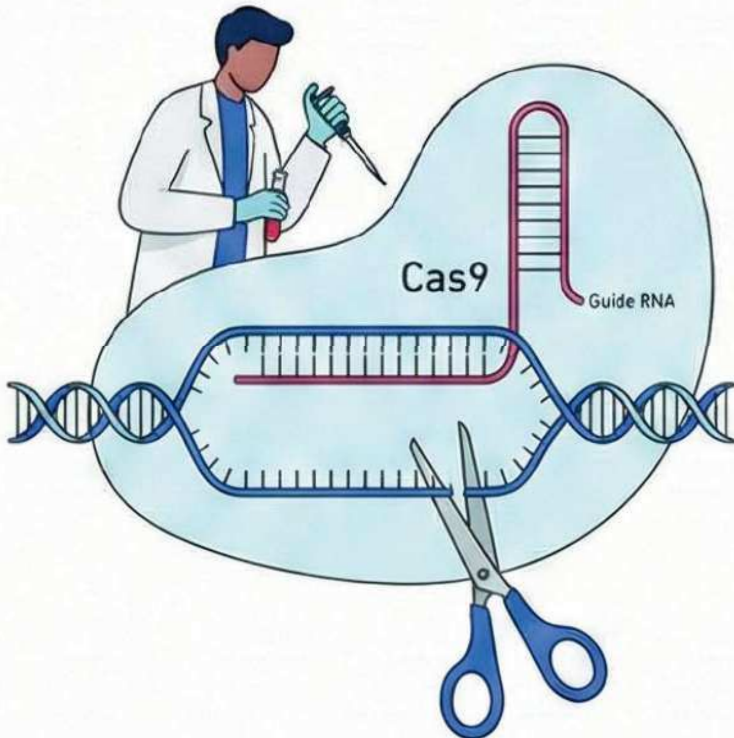
تطبيقات تكنولوجية حديثة

تقنية كريسبر-كاس 9 (CRISPR-Cas9)

- في المختبرات الحديثة، تُعدّ تقنية كريسبر-كاس 9 من أحدث أدوات الهندسة الجينية.
- تُستخدم هذه التقنية في تعديل الحمض النووي (DNA).
- يقوم العلماء باستخدام هذا النظام كمقص جزيئي عالي الدقة لاستهداف تسلسل معين من القواعد النيتروجينية (الأدينين A، الثايمين T، السيتوزين C، والجوانين G) داخل جينوم الخلية.
- تسمح هذه الدقة الفائقة بإجراء تعديلات جينية محددة.

أغراض استخدام التقنية

- تصحيح الجينات المعيبة أو المسببة للأمراض مثل تلك المسببة لمرض فقر الدم المنجلي.
- إضافة جينات جديدة أو إزالة جينات غير مرغوب فيها لإنتاج محاصيل ذات خصائص محسنة ومقاومة للأمراض.



الشكل 18 - الهندسة الجينية

تقييم الدرس الأول

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة:

1. أيٌّ مما يلي يصف الغلاف الحيوي بدقة أكبر؟

أ) طبقة الغازات المحيطة بالأرض
ب) الكائنات الحية ومناطق معيشتها على الأرض
ج) المياه الموجودة على سطح الأرض
د) الصخور التي تكون القشرة الأرضية

2. يتفاعل الغلاف الحيوي مع الغلاف المائي عندما:

أ) تتنفس الكائنات الحية الأكسجين
ب) تمتص النباتات الماء من التربة
ج) تتشكّل الجبال من الصخور
د) تتحرك الرياح في الغلاف الجوي

3. أيٌّ من المستويات التالية يمثل تجمعًا من أنواع مختلفة تعيش وتتفاعل في منطقة واحدة؟

أ) الكائن الحي
ب) الجماعة الحيوية
ج) المجتمع الحيوي
د) النظام البيئي

4. في النظام البيئي، تمثّل أشعة الشمس عاملًا:

أ) حيويًا
ب) تكاثريًا
ج) لاحيويًا
د) وراثيًا

5. أيٌّ من الأمثلة التالية يوضّح تفاعلًا بين العوامل الحيوية واللاحيوية؟

أ) افتراس أسد لغزال
ب) امتصاص نبات لأشعة الشمس لإنتاج غذائه
ج) تعفن ثمرة بواسطة الفطريات
د) تكوين مجتمع من الطيور في الغابة

6. تعد النباتات كائنات ذاتية التغذية لأنها:

أ) تستهلك الكائنات الأخرى للحصول على الطاقة
ب) تحصل على غذائها من الأملاح والمعادن فقط
ج) تنتج غذاءها بنفسها من مواد غير عضوية
د) تعتمد على الفطريات في تحليل الغذاء

7. أيٌّ من العمليات التالية تمثّل تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية؟

أ) التنفس الخلوي
ب) البناء الضوئي
ج) التحلّل العضوي
د) الهضم

8. أيٌّ من المركبات التالية يعد المصدر الرئيسي للطاقة في الخلية؟

أ) البروتينات
ب) الدهون
ج) الكربوهيدرات
د) الأحماض النووية

9. أيٌّ من العبارات التالية تفسر دور البروتينات بدقة؟

أ) تخزن الطاقة طويلة الأمد
ب) تكون جدر الخلايا
ج) تسرع التفاعلات الحيوية وتبني الأنسجة
د) تحمل المعلومات الوراثية

10. تحمل الأحماض النووية المعلومات الوراثية لأن تركيبها يحتوي على:

أ) سلاسل من الأحماض الأمينية	ب) روابط فوسفورية غنية بالطاقة
ج) قواعد نيتروجينية مرتبة بنظام محدد	د) سلاسل من الأحماض الدهنية

11. يطلق جزيء الجلوكوز طاقته في الخلية لتكوين:

أ) DNA	ب) ADP	ج) ATP	د) RNA

12. الرابطة الثالثة في جزيء ATP تتميز بأنها:

أ) ضعيفة ولا تخزن طاقة	ب) قوية وتخزن طاقة قابلة للتحرير
ج) رابطة أيونية بين ذرتي فلزين	د) رابطة هيدروجينية بين جزيئين من الماء

13. أي مما يلي يظهر العلاقة بين أنماط التغذية والمركبات الكيميائية؟

أ) الكائنات ذاتية التغذية تصنع مركبات عضوية تخزن الطاقة
ب) الكائنات غير ذاتية التغذية تستهلك الأملاح فقط
ج) الكائنات المحللة تستخدم الضوء لصنع البروتينات
د) جميع الكائنات تستخدم الطاقة الضوئية مباشرة

14. إذا قلت شدة الضوء في بيئة ما، فما التأثير المحتمل على مستويات الطاقة في النظام البيئي؟

أ) تزداد إنتاجية الغذاء	ب) تقل كمية الجلوكوز المنتجة
ج) تزداد الكتلة الحيوية للنباتات	د) لا يحدث أي تغيير

15. أي من العلاقات التالية تظهر تكامل الأغلفة الأرضية؟

أ) تحلل الأوراق الميتة في التربة بواسطة البكتيريا	ب) حركة الرياح فوق سطح البحر فقط
ج) تبخر الماء من سطح الصخور	د) تكون الجبال من الحمم البركانية

ثانيًا: أسئلة مقالية

بم تفسر؟

1. يعد الغلاف الحيوي نظامًا متكاملًا يشمل جميع الكائنات الحية ومناطق وجودها على سطح الأرض.
2. اختلاف أنواع الكائنات الحية في البيئات المختلفة.
3. يعد النبات عاملًا حيويًا في النظام البيئي.
4. يعد النبات عاملًا حيويًا في النظام البيئي.
4. يعد النظام البيئي وحدة متكاملة في الطبيعة.
5. المفترسات ضرورية في استقرار النظام البيئي.
6. تعد الكربوهيدرات المصدر الرئيس للطاقة في الكائنات الحية.
7. البروتينات ضرورية لبناء جسم الكائن الحي.

العمليات الحيوية في الكائنات الحية واستقرار الغلاف الحيوي

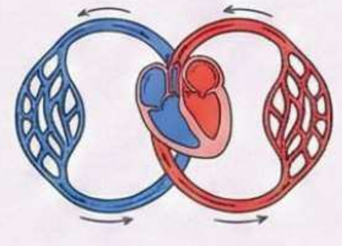
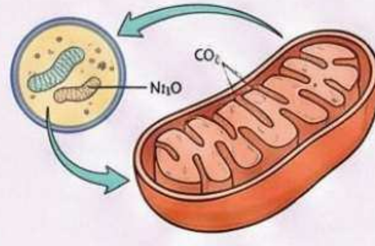
تمهيد:

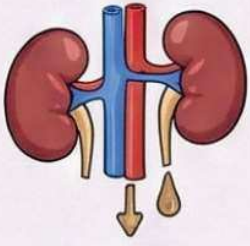
تحتاج الكائنات الحية إلى نظام دقيق يضمن انتقال المواد الأساسية داخلها، مثل:
النقويه المقواتسية الأحلوي:

- الماء
- الأملاح
- الأكسجين
- المواد الغذائية

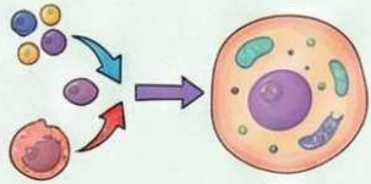
وتعد عمليات:

- النقل
- التنفس
- الإخراج

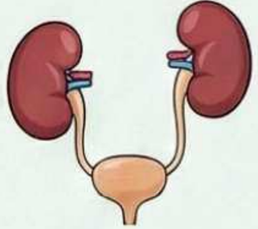


من أهم العمليات الحيوية التي تحافظ على هذا التوازن؛ حيث:


1- فعملية **النقل** توفر لكل خلية ما تحتاج إليه من مواد.



2- بينما يحول **التنفس** الطاقة الكامنة في تلك المواد إلى طاقة تستخدم في أداء الأنشطة الحيوية المختلفة.


3- وفي **الإخراج** يتخلص الكائن الحي من الفضلات الناتجة الناتجة من العمليات الحيوية.

ومن خلال هذا التكامل:



- تسهم الكائنات الحية في **استقرار واتزان الغلاف الحيوي**،
- إذ **تعيد تدوير المواد والطاقة** بما يحافظ على استمرار الحياة على كوكب الأرض.

أولًا: النقل في الكائنات الحية ودوره في توزيع المواد والطاقة

١- الأوعية الناقلة في النبات

- تمتلك النباتات الراقية أنظمة نقل تمكنها من نقل الماء والأملاح والعناصر الغذائية المصنعة داخل أجزائها، على الرغم من عدم وجود عضو متخصص لدفعها كما القلب في الإنسان.
- وهذه الأنظمة هي:

• أنسجة الخشب   • أنسجة اللحاء

أنسجة الخشب: نقل بعض المواد الخام لعملية البناء الضوئي

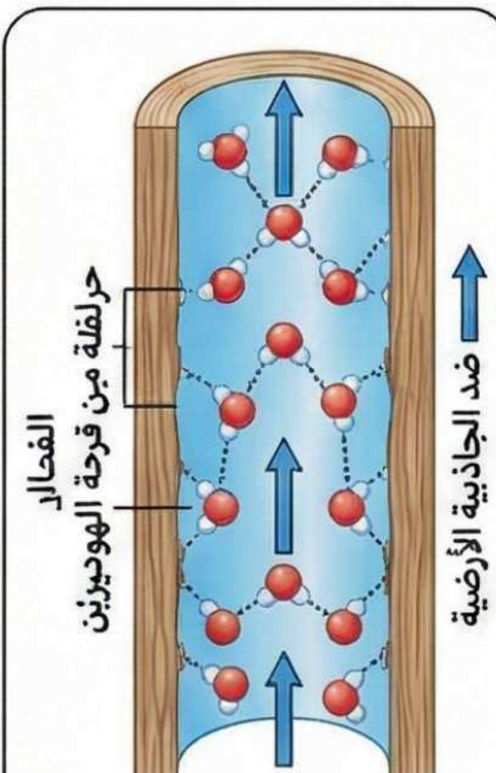
- يعد نسيج الخشب (Xylem) المسؤول عن نقل الماء والأملاح المعدنية الممتصة من التربة إلى الأوراق، حيث تتم عملية البناء الضوئي.
- يتكون نسيج الخشب بصورة أساسية من أنابيب طويلة جوفاء تمتد من الجذر إلى الأوراق، تتشكل من خلايا متخصصة تعرف بـ:
  - القصيبات (Tracheids)
  - الأوعية الخشبية (Vessels)
- وهي خلايا ميتة في النبات الناضج لتسهيل مرور الماء خلالها.

دعامة أوعية الخشب:

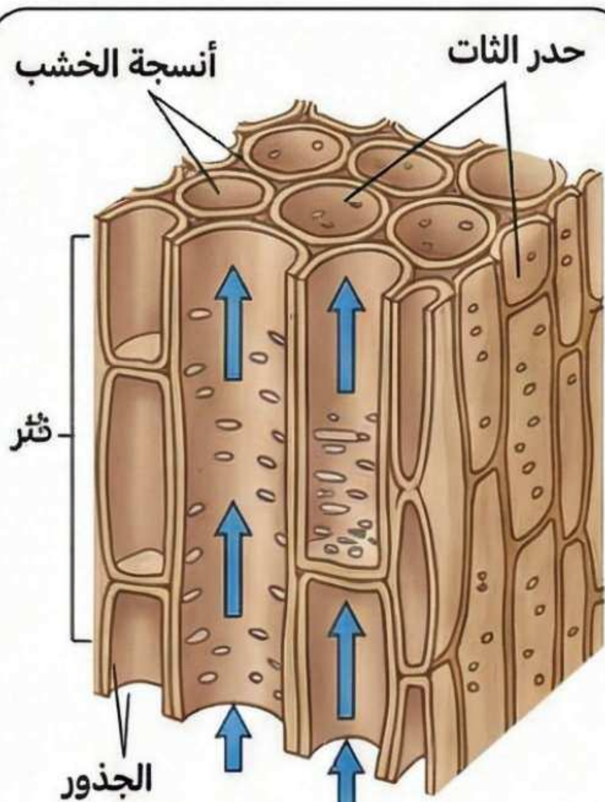
- تدعم جدران أوعية الخشب مادة صلبة تسمى اللجنين (Lignin)، وهي مادة تكسب الأوعية قوة وصلابة وتمنع انهيارها.
- كما تساعد طبقة اللجنين في مقاومة الانضغاط، مما يسمح للأوعية بالحفاظ على شكلها حتى في أطول النباتات.

حركة الماء داخل أوعية الخشب:

- يتحرك الماء والأملاح المعدنية عبر أوعية الخشب في اتجاه واحد من الجذور إلى الأوراق اعتمادًا على خصائص فيزيائية مميزة لجزيئات الماء.
- ففي أوعية الخشب، يتحرك الماء في عمود متصل من الجذر إلى قمة النبات.
- وتعد نظرية التماسك والتلاصق (Cohesion–Adhesion) التي تفسر كيفية صعود الماء ضد الجاذبية الأرضية.



الشكل ٢٠- قوى التماسك والتلاصق للماء داخل أوعية الخشب

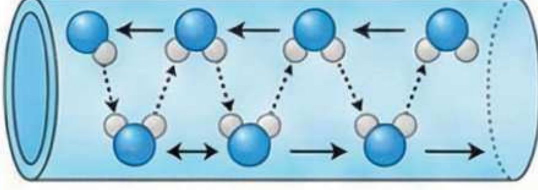


الشكل ١٩- نسيج الخشب

نظرية التماسك والتلاصق

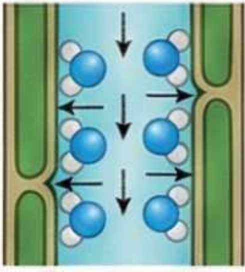
تقوم هذه النظرية على ثلاثة أنواع من القوى الأساسية:

١- قوى التماسك (Cohesion):



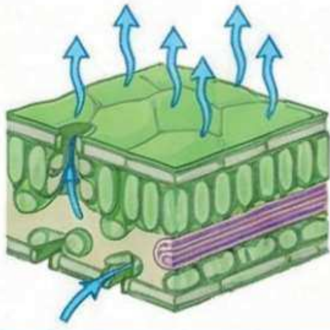
وهي القوى التي تربط جزيئات الماء بعضها البعض نتيجة الروابط الهيدروجينية فيما بينها، مما يجعل عمود الماء في أوعية الخشب مترابطًا أثناء حركته.

٢- قوى التلاصق (Adhesion):



وهي قوى تجاذب جزيئات الماء لجدران أوعية الخشب، مما يساعد في تثبيت عمود الماء داخل الأوعية أثناء صعوده لأعلى.

٣- قوى الشد الناتجة عن النتح (Transpiration Pull):



فقدان الأوراق لبخار الماء من خلال الثغور أثناء عملية النتح يقلل عدد جزيئاته في خلايا الورقة، فيصبح الضغط المائي في الورقة أقل من الموجود في الساق أو الجذر، أي يصبح سالبًا، مما ينشئ قوة سحب تعرف بـ "قوة النتح" تقوم بجذب عمود الماء المتصل في أوعية الخشب إلى الأعلى.

عملية صعود الماء في النبات:



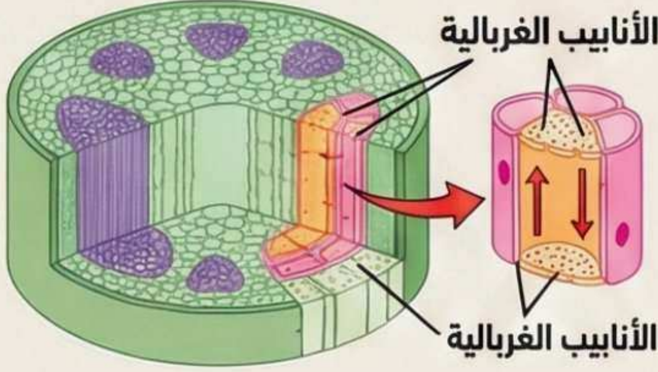
الشكل ٢١- صعود الماء والأملاح عبر ساق النبات

وهكذا يتحرك الماء والأملاح المعدنية بصورة مستمرة من الجذر إلى الساق والأوراق، ولذلك يمكن للنبات الطويل – مثل شجرة الصنوبر – أن يرفع الماء لعشرات الأمتار دون مضخة.

ولا يقتصر دور عملية النتح على كونها وسيلة للتخلص من الماء الزائد أو تنظيم درجة حرارة النبات، بل تسهم أيضًا في إضافة بخار الماء إلى الغلاف الجوي، ويسهم في تكوين السحب وهطول الأمطار كجزء من دورة الماء في الطبيعة.

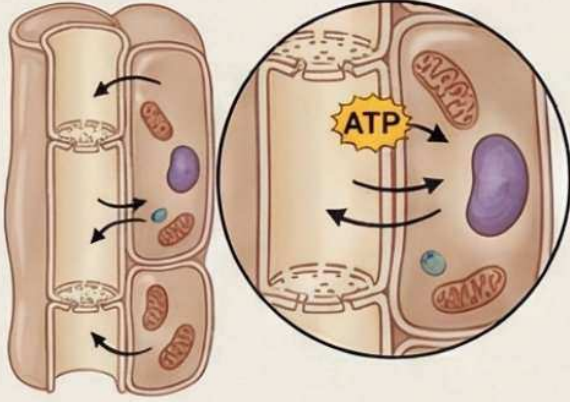
أنسجة اللحاء: نقل نواتج البناء الضوئي كمصدر للطاقة في الغلاف الحيوي

أنسجة اللحاء (Phloem)



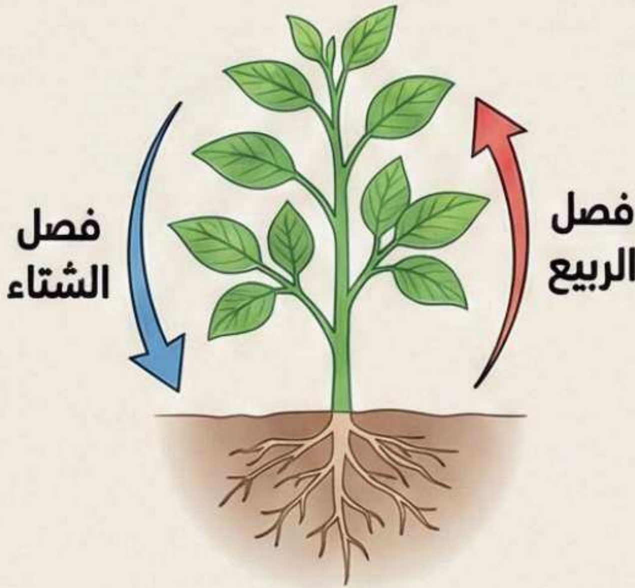
ينقل نسيج اللحاء (Phloem) نواتج البناء الضوئي مثل الجلوكوز والأحماض الأمينية من الأوراق إلى جميع أجزاء النبات، بما في ذلك الجذور والثمار والبذور. يتكون نسيج اللحاء بصورة أساسية من خلايا حية مترابطة تعرف باسم الأنابيب الغربالية (Sieve Tubes) تصطف جنبًا إلى جنب لتشكل قنوات نقل متصلة.

الخلايا المرافقة (Companion Cells)



لا تحتوي خلايا الأنابيب الغربالية على نواة، لكنها ترتبط بخلايا متخصصة تسمى الخلايا المرافقة (Companion Cells) التي تزودها بالطاقة وتساعدها في تنظيم حركة المواد الغذائية عبر اللحاء.

اتجاه حركة النقل في اللحاء



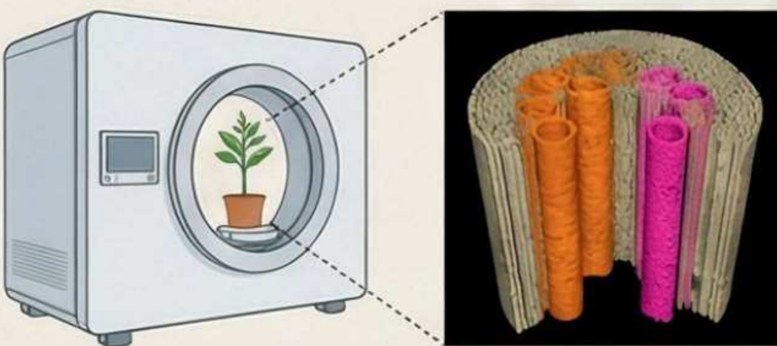
يحدث هذا النقل في اتجاهين، صعودًا وهبوطًا، حسب احتياجات النبات في كل مرحلة نمو.

- تُخزن السكريات في الجذور في فصل الشتاء
- ثم يُعاد نقلها إلى الأوراق في الربيع لتغذية النمو الجديد

وهكذا يظهر أن النباتات، رغم ثباتها في مكانها، تمتلك نظامًا فعالًا ومتوازنًا لتوزيع لتوزيع الطاقة يضمن استمرار حياتها ونموها.

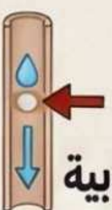
تطبيقات تكنولوجية حديثة: دراسة حركة السوائل في النباتات

التصوير المقطعي بالميكرو-أشعة السينية (Micro-CT Scanning)



تستخدم التقنيات الحديثة، مثل التصوير المقطعي بالميكرو-أشعة السينية (Micro-CT Scanning)، لدراسة الآليات المعقدة لنقل الماء والغذاء خلال النبات بدقة عالية، وتحديدًا في أنسجة الخشب (Xylem) واللحاء (Phloem). تعمل هذه التقنية على إنشاء صور ثلاثية الأبعاد (3D) لتراكيب الأوعية الناقلة وأنسجة الخشب واللحاء دون تدمير العينة النباتية.

ومن خلال هذه الصور يمكن:

- مراقبة حركة الماء عبر أوعية الخشب
- مراقبة حركة الماء عبر أوعية الخشب
- التحقق من ظواهر داخل الأوعية مثل تشكل فقاعات هوائية تعيق استمرارية حركة عمود الماء إلى أعلى ضد الجاذبية

تساعد هذه التجارب والتطبيقات على فهم دور خاصيتي التماسك (Cohesion) والتلاصق (Adhesion) في صعود الماء إلى قمم الأشجار، مما يوفر معلومات لتطوير استراتيجيات مقاومة الجفاف وتحسين كفاءة استخدام الماء في الزراعة.

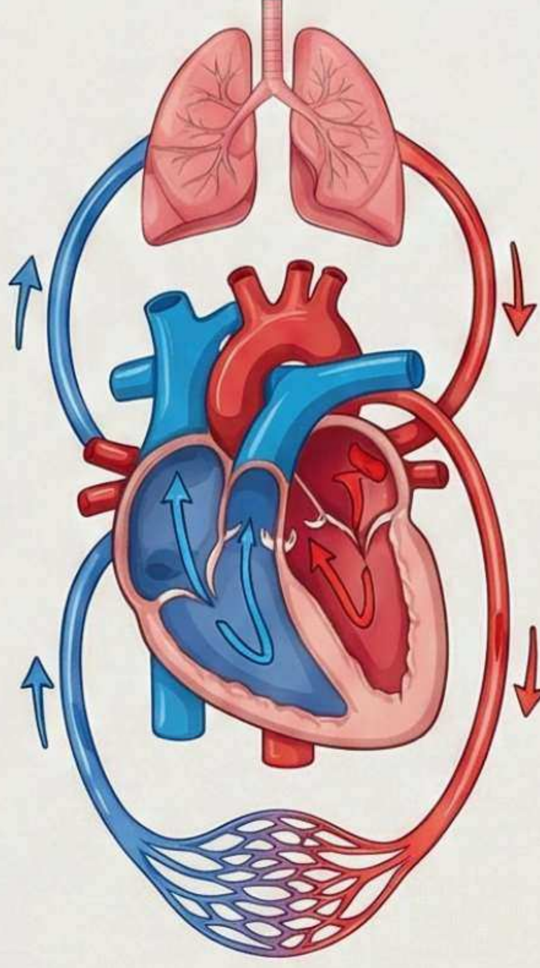
٢- الجهاز الدوري في الإنسان ودوره في عملية النقل

على غرار النباتات، يحتاج الإنسان أيضًا إلى نظام نقل داخلي يضمن وصول الأكسجين والمغذيات إلى جميع خلايا الجسم. يقوم الجهاز الدوري (Circulatory System) بهذا الدور الحيوي من خلال شبكة متكاملة تتكون من القلب والأوعية الدموية والدم.

١- القلب:

أ- الدورة الكبرى (الجهازية):

يضخ الدم الغني بالأكسجين (المؤكسج) من البطين الأيسر عبر الشريان الأورطي إلى جميع أنسجة الجسم، بينما يعود الدم الغني بثاني أكسيد الكربون والفقير بالأكسجين (غير المؤكسج) عبر الأوردة إلى الأذين الأيمن ثم إلى البطين الأيمن.



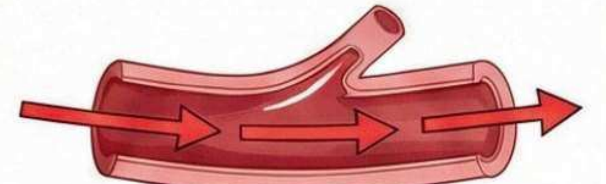
ب- الدورة الصغرى (الرئوية):

يضخ الدم غير المؤكسج من البطين الأيمن إلى الرئتين لتزويد خلايا الدم الحمراء بالأكسجين من هواء الشهيق وإطلاق ثاني أكسيد الكربون ليُطرد خارج الجسم مع هواء الزفير، ثم يعود الدم محمَّلًا بالأكسجين إلى الأذين الأيسر ثم إلى البطين الأيسر.

٢- الأوعية الدموية:

شبكات لنقل الطاقة والمواد الحيوية داخل الكائن الحي، وتنقسم إلى:

- **الشرايين:**



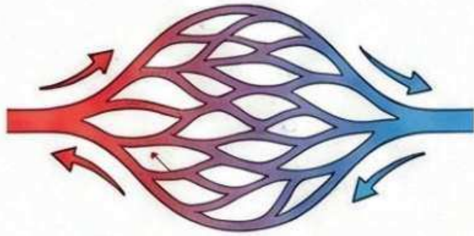
تنقل الدم المؤكسج بسرعة عالية وبضغط من القلب إلى أجزاء الجسم المختلفة.

- **الأوردة:**



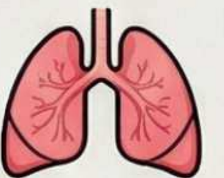
تعيد الدم غير المؤكسج إلى القلب بضغط منخفض، بمساعدة صمامات تمنع ارتجاعه داخل الوريد.

- **الشعيرات الدموية:**



يتم عندها التبادل الفعلي للمواد، مثل: الأكسجين، وثاني أكسيد الكربون، والجلوكوز، والفضلات بين الدم وخلايا الجسم.

تكامل الأجهزة الحيوية:

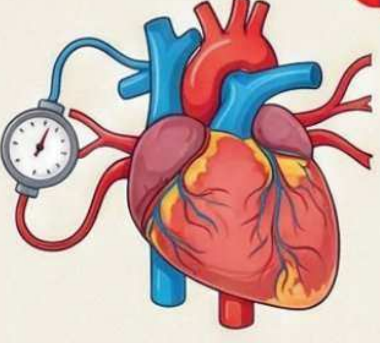


يتكامل هذا النظام مع الجهاز التنفسي الذي يعمل على تزويد الدم بالأكسجين، ومع جهاز الإخراج الذي يقوم بالتخلص من الفضلات.



فأثناء المجهود البدني، يزداد معدل التنفس ومعدل ضربات القلب لتزويد العضلات بالمزيد من الأكسجين والطاقة، ويزداد أيضًا معدل إفراز العرق، مما يعد مثالًا بسيطًا على الاتزان الداخلي (Homeostasis) في عمل الجسم.

ضغط الدم في الإنسان



يعد ضخ الدم بواسطة القلب بمثابة القوة الدافعة الحيوية التي تضمن وصول الأكسجين والمغذيات إلى جميع الخلايا والأنسجة. ويحدث الدم ضغطًا على جدران الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة) أثناء دورانه في الجسم. هذا الضراعات. هذا الضغط ضروري لضمان تدفق الدم المستمر، ويقاس الضغط عادة بقيمتين:

الضغط الانبساطي (Diastolic Pressure):

وهو القيمة الدنيا لضغط الدم، ويمثل أدنى قوة يؤثر بها الدم على جدران الشرايين أثناء ارتخاء القلب، وقيمته الطبيعية:

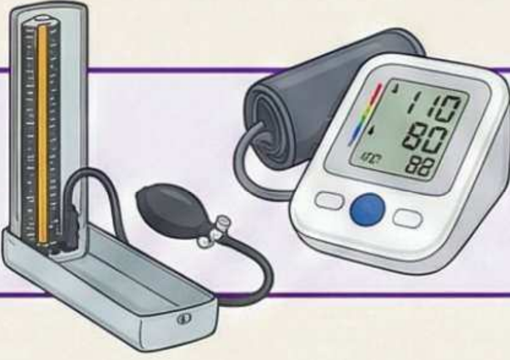
80 mmHg

الضغط الانقباضي (Systolic Pressure):

وهو القيمة العليا لضغط الدم، ويمثل أقصى ضغط يؤثر به الدم على جدران الشرايين أثناء انقباض القلب لضخ الدم إلى الجسم، وقيمته الطبيعية:

120 mmHg

قياس ضغط الدم:

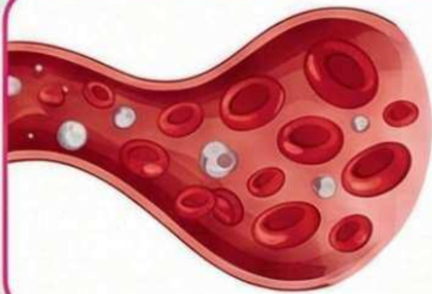


يعد جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي (Sphygmomanometer) الأكثر شيوعًا في قياس ضغط الدم، وينتشر حاليًا على نطاق واسع أجهزة رقمية بديلة له.

خصائص الدم الفيزيائية والحفاظ على ضغط دم طبيعي:

تلعب الخصائص الفيزيائية للدم كسائل دورًا أساسيًا في الحفاظ على ضغط الدم عند مستواه الطبيعي، وأهمها:

• اللزوجة (Viscosity):



الدم سائل لزج (أعلى لزوجة من الماء) لاحتوائه على خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية والبروتينات الذائبة. تتحكم لزوجة الدم في معدل تدفقه؛ فإذا زادت لزوجة الدم (كما في حالات الجفاف أو زيادة عدد خلايا الدم) زادت مقاومة التدفق، مما يسبب ارتفاعًا في ضغط الدم، والعكس صحيح.

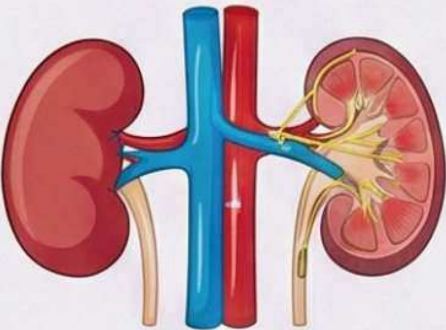
• الكثافة (Density):

تؤثر كثافة الدم، والتي تتغير بتغير نسبة مكوناته خاصة الهيموجلوبين، على الجهد اللازم لضخ الدم.

بالإضافة إلى خصائص الدم، تؤثر أيضًا مرونة جدران الأوعية الدموية أثناء الانقباض والانبساط، وقوة ضخ القلب، على هذا الضغط الحيوي.

تطبيقات فيزيائية حديثة لعلاج ضغط الدم المرتفع:

تعد تقنية استئصال العصب الكلوي (Renal Denervation) من أحدث التقنيات التي تساعد على استقرار ضغط الدم لدى المرضى الذين لا يستجيبون للأدوية.



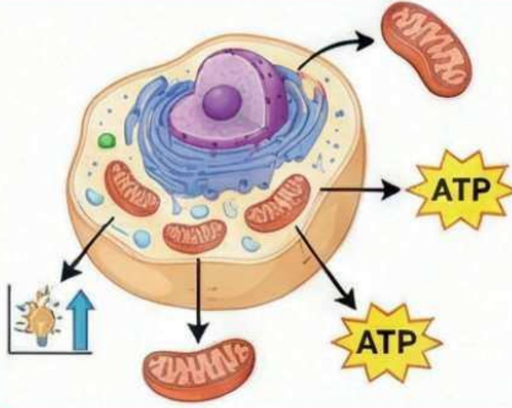
تعتمد هذه التقنية على تدخل طبي بسيط وغير جراحي يستخدم موجات راديوية ذات تردد عالٍ (Radiofrequency Energy) أو الموجات فوق الصوتية لتعطيل الأعصاب النشطة حول الكلية التي ترسل إشارات عصبية تؤدي إلى رفع ضغط الدم بشكل مفرط.

وهكذا يمكن لتطبيقات فيزيائية متقدمة أن تسهم في حماية صحة الإنسان ودعم استقرار الغلاف الحيوي.

ثانيًا: التنفس والحصول على الطاقة

التنفس الخلوي

التنفس الخلوي (Cellular Respiration)



كل خلية في جسم الكائن الحي تحتاج إلى طاقة مستمرة للقيام بأنشطتها الحيوية، من نقل المواد عبر الأغشية إلى الانقسام والنمو. تستمد الخلايا هذه الطاقة من عملية التنفس الخلوي (Cellular Respiration)، وهي عبارة عن سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تحرر الطاقة الكيميائية الكامنة في الجلوكوز وتخزنها كطاقة قابلة للاستخدام في صورة ATP.

مراحل التنفس الخلوي:

Cytoplasm
Glucose → ATP
ATP
O_2
Mitochondra
CO_2
H_2O
ATP ATP ATP

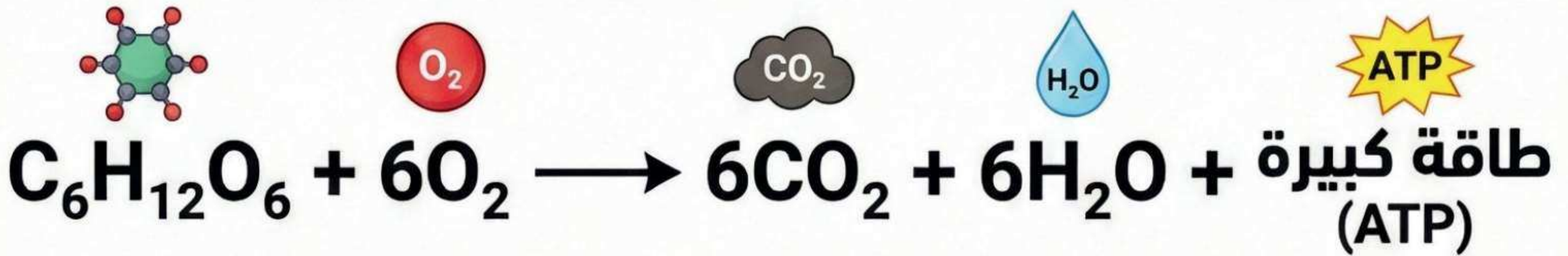
تحلل الجلوكوز (Glycolysis)

تبدأ العملية في السيتوبلازم بمرحلة تُعرف بتحلل الجلوكوز (Glycolysis)، حيث يُكسر جزيء واحد من الجلوكوز وينتج كمية صغيرة من الطاقة في جزيئات ATP.

التنفس الهوائي داخل الميتوكوندريا

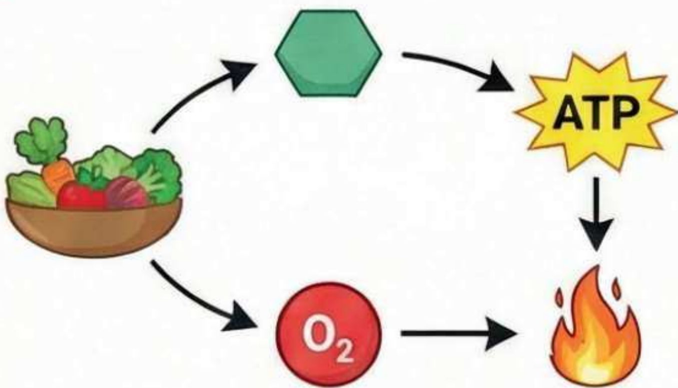
ثم تنتقل نواتج التحلل إلى الميتوكوندريا، وهي "محطة توليد الطاقة" في الخلية، حيث يحدث التنفس الهوائي في وجود الأكسجين، وينتج عنه ثاني أكسيد الكربون والماء وكمية كبيرة من جزيئات ATP.

المعادلة الكيميائية للتنفس الخلوي الهوائي:



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة كبيرة (ATP)}$$

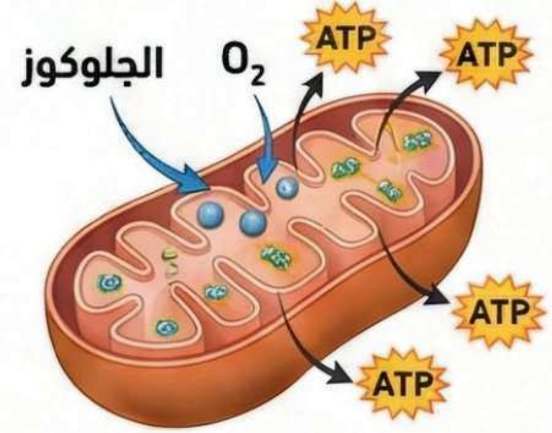
قانون بقاء الطاقة:



يتحقق قانون بقاء الطاقة في التفاعلات الكيميائية، حيث تتحول الطاقة من صورة لأخرى دون أن تفنى أو تُستحدث. فالطاقة الكيميائية الكامنة في جزيئات الجلوكوز (الغذاء) والأكسجين تتحول إلى طاقة كيميائية مخزنة في جزيئات ATP، بالإضافة إلى طاقة منطلقة.

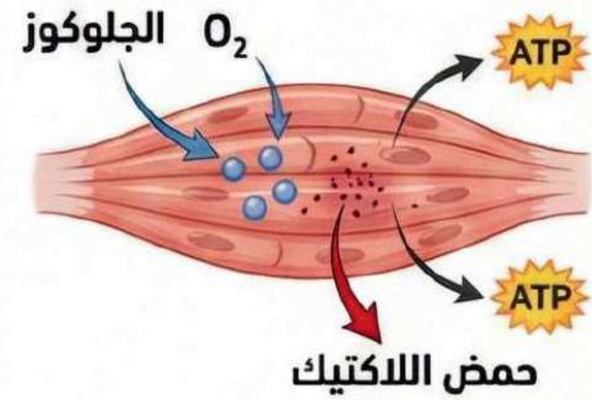
وبحسب توفر الأكسجين ينقسم التنفس الخلوي إلى نوعين:

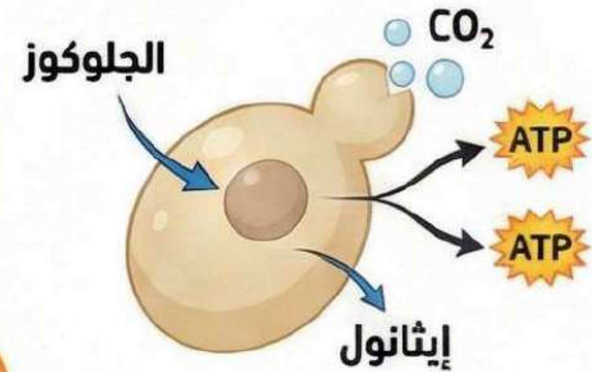
التنفس الهوائي (Aerobic Respiration):



يتم في الظروف التي يتوفر فيها الأكسجين، ويعد التنفس الهوائي الأكثر كفاءة لإنتاج الطاقة، إذ ينتج خلالها من جـزيء جلوكوز واحد نحو **36 جزيئًا من ATP.**

التنفس اللاهوائي (Anaerobic Respiration):





تتحول إليه الخلية في غياب الأكسجين، وهو أقل كفاءة في إنتاج الطاقة، إذ ينتج طاقة محدودة (حوالي جـزيئين من ATP فقط)، مع تكون نواتج مثل حمض اللاكتيك في الخلايا العضلية، أو الكحول في الخميرة.

فعلى سبيل المثال، عند ممارسة الرياضة العنيفة، يقل الأكسجين المتاح في العضلات لإنتاج الطاقة، فتتحول الخلايا مؤقتًا إلـى التنفس اللاهوائي، مما يؤدي إلى تراكم حمض اللاكتيك في الأنسجة العضلية والشعور بالإجهاد العضلي.

تفاعل: تخمر حمض اللاكتيك



تفاعل: التخمر الكحولي



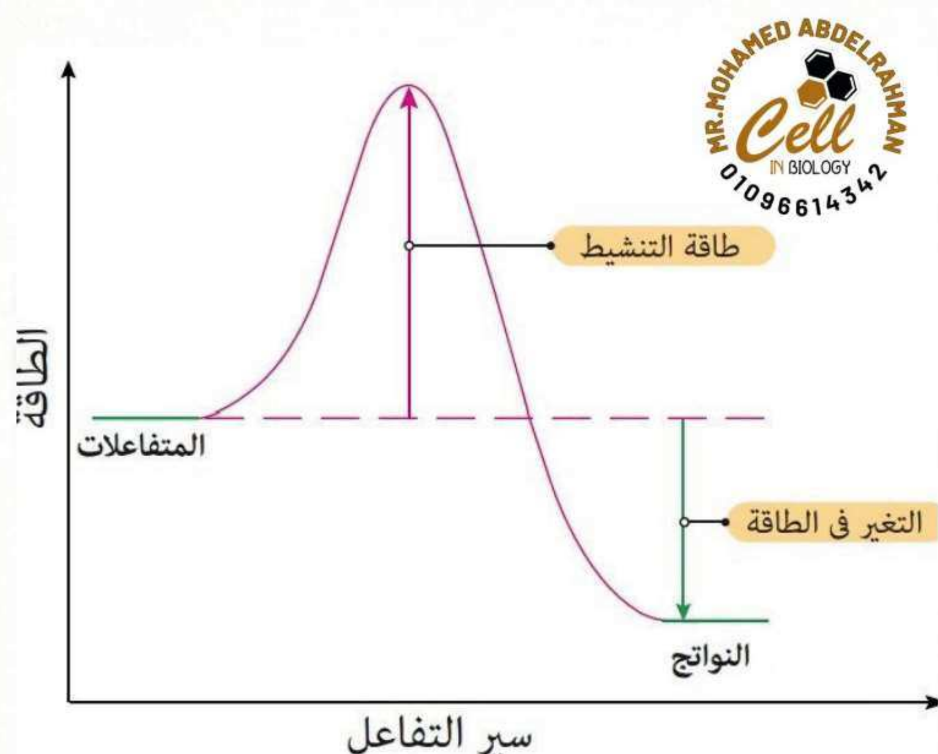
مما سبق يتبين أنه في عمليات التنفس الخلوي تحدث تفاعلات كيميائية ينتج عنها إطلاق طاقة، ويُعرف هذا النوع من التفاعلات الكيميائية بالتفاعلات الطاردة للحرارة.

الطاقة والتفاعلات الكيميائية

في التفاعل الكيميائي تنكسر روابط في جزيئات المواد المتفاعلة وتنشأ روابط جديدة في جزيئات النواتج، ويصاحب ذلك:

- استهلاك كمية من الطاقة لكسر الروابط الكيميائية بين جزيئات المتفاعلات.
- إنتاج كمية من الطاقة نتيجة لتكوين روابط جديدة بين جزيئات المواد الناتجة من التفاعل.

١- التفاعلات الطاردة للحرارة (Exothermic Reactions):



في التفاعلات الطاردة للحرارة تحتوي جزيئات جزيئات النواتج على طاقة مختزنة (Ep) أقل من الطاقة المختزنة في جزيئات المتفاعلات (ER)، مما يعني أن هناك انطلاقًا لكمية من الطاقة أثناء هذه التفاعلات.

تنطلق هذه الطاقة الحرارية إلى الوسط المحيط، فترتفع درجة حرارة الوسط المحيط.

مثال لتفاعل طارد للحرارة:

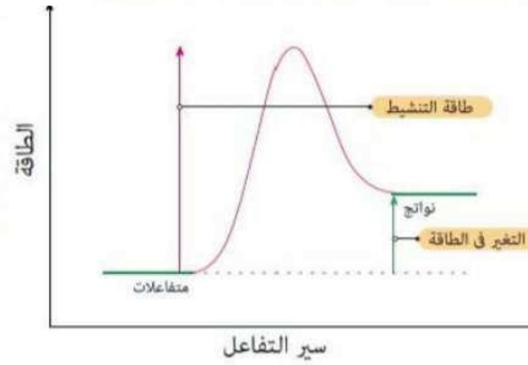


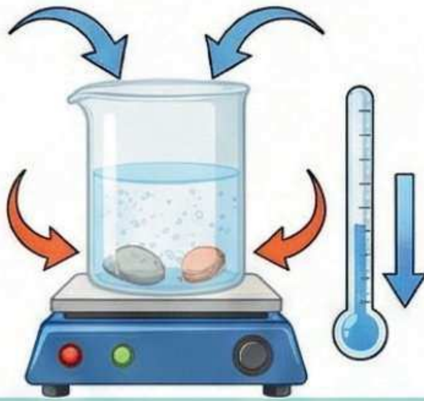
عند إضافة محلول حمض الهيدروكلوريك إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم (قلوي) في دورق زجاجي، فإنك تشعر بالدفء أو السخونة عند لمس الإناء. يعد تفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك لتكوين كلوريد الصوديوم وماء تفاعلًا طاردًا للحرارة حيث تنطلق من التفاعل طاقة حرارية إلى الوسط المحيط.

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + NaCl_{(aq)} + \text{حرارة}$$

٢- التفاعلات الماصة للحرارة (Endothermic Reactions):

في **التفاعلات الماصة للحرارة** تحتوي جزيئات النواتج على طاقة مختزنة (E_p) أكبر من الطاقة المختزنة في جزيئات المتفاعلات (ER)، مما يعني أن هناك حاجة **لامتصاص** كمية من الطاقة أثناء هذه التفاعلات.





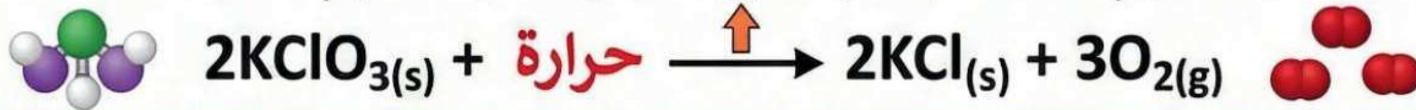
تحتاج هذه التفاعلات إلى **طاقة تنشيط كبيرة** حتى تحدث.
تمتص المتفاعلات هذه الطاقة بالتسخين أو من الوسط المحيط بها، فتنخفض درجة حرارة الوسط المحيط.



وتعد عملية **البناء الضوئي** في **النبات** من أمثلة التفاعلات الماصة للطاقة، حيث يمتص النبات الطاقة الضوئية من الشمس لتحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى جلوكوز وأكسجين.

مثال لتفاعل ماص للحرارة:

انحلال كلورات البوتاسيوم الصلبة بالحرارة إلى كلوريد البوتاسيوم وغاز الأكسجين.



$$2KClO_{3(s)} + \text{حرارة} \xrightarrow{\uparrow} 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

حساب كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة أثناء التفاعل (التغير الحراري):

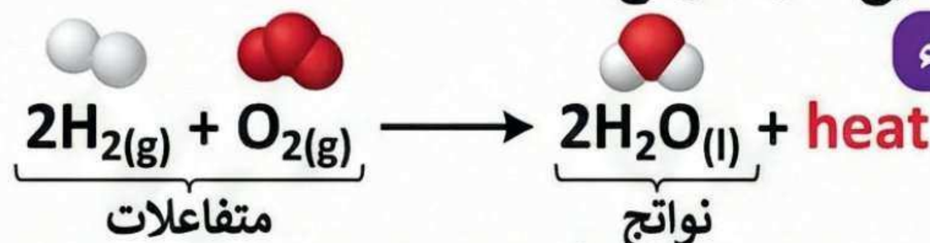
هل يكفي وصف التفاعل بكونه طاردًا أو ماصًا للحرارة؟ أليس من المفيد معرفة كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة أثناء التفاعل أو ما يُطلق عليه **التغير الحراري** (ΔH) المصاحب للتفاعل؟

لحساب التغير الحراري (ΔH) المصاحب لتفاعل كيميائي، نتبع الخطوات التالية:

١- تحقيق قانون حفظ الكتلة في التفاعل:

يمكن التعبير عن التفاعل الكيميائي بمعادلة كيميائية رمزية تبين المتفاعلات والنواتج، ويجب أن تكون المعادلة الكيميائية متزنة لتحقيق قانون حفظ الكتلة (المادة)، ومفاده أن مجموع كتل المتفاعلات يساوي مجموع كتل النواتج.

مثال: تفاعل تكوين الماء



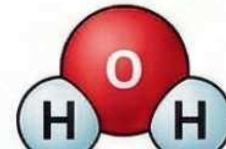
$$\underbrace{2H_{2(g)} + O_{2(g)}}_{\text{متفاعلات}} \longrightarrow \underbrace{2H_2O_{(l)}}_{\text{نواتج}} + \text{heat}$$

كما نرى في المعادلة، يتفاعل جزيء من الأكسجين مع جزيئين من الهيدروجين لتكوين جزيئين من الماء.

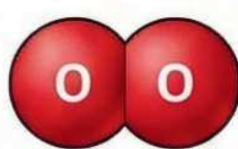
عمليًا، يعبر الكيميائيون عن كمية المتفاعلات والنواتج بوحدة المول (Mole).

- المول هو كمية من المادة لها كتلة بالجرام تعادل الكتلة الجزيئية لها.

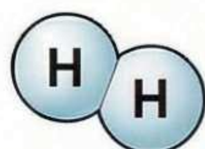
مثال:



كتلة مول من الماء (H_2O)
$= 18g = 16 + 1\times2$

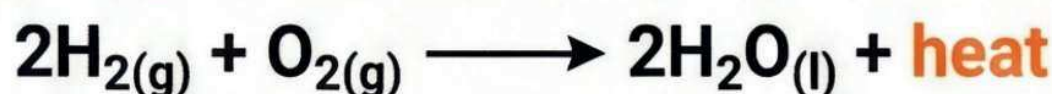


كتلة مول من الأكسجين (O_2)
$O_2 = 32g$
حيث الكتلة الذرية له 16



كتلة مول من الهيدروجين (H_2)
$H_2 = 2g$
حيث الكتلة الذرية له 1

- في المعادلة السابقة، عندما يتم التعبير عن كميات المتفاعلات والنواتج بالمول والجرام على الترتيب:



$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + heat$$

بالجرام:

$4g + 32g = 36g$

بالمول:

نجد أن 2 مول من الماء ينتج من تفاعل 1 مول من الأكسجين مع 2 مول من الهيدروجين.

وبذلك نلاحظ أن مجموع كتل المتفاعلات يساوي مجموع كتل النواتج، رغم انطلاق طاقة على هيئة حرارة.
أي أن هذا المثال يثبت قانون حفظ الكتلة، والذي ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تُستحدث أثناء التفاعل الكيميائي، وإنما تتحول من شكل إلى آخر.
وجود الحرارة كناتج لا يعني فقدان الكتلة، لأن الحرارة تمثل طاقة وليست مادة، ولذلك لا تدخل في حساب الكتلة.

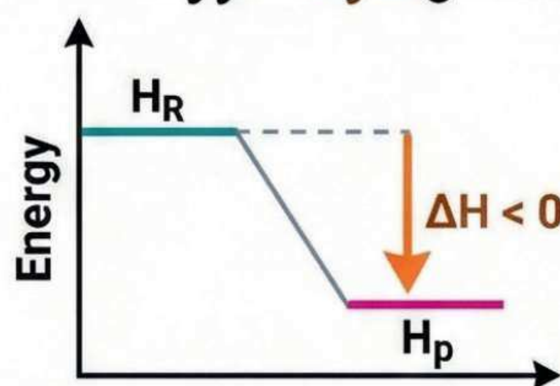
٢- حساب المحتوى الحراري للنواتج (Products) والمتفاعلات (Reactants):

المحتوى الحراري (H) للمادة هو كمية الطاقة الكيميائية المختزنة في المول من المادة، ووحدة قياسه (kJ/mole).

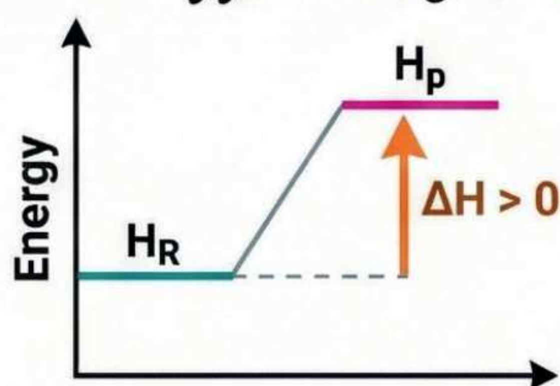
- ويكون التغير في المحتوى الحراري (ΔH) هو الفرق بين مجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة من التفاعل (H_p) ومجموع المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة (H_R):

$$(\Delta H) = (H_p) - (HR)$$

٢- إذا كانت (H_p) > (H_p)، كانت (ΔH) سالبة، وكان التفاعل طاردًا للحرارة.



١- إذا كانت (H_p) > (H_p)، كانت (ΔH) موجبة، وكان التفاعل ماصًا للحرارة.



مثـــال

توضح المعادلة تفاعل الاحتراق التام لأحد أنواع الكحول:



$$2\ CH_3OH + 3\ O_2 \longrightarrow 4\ H_2O + 2\ CO_2 \qquad \Delta H = -726.5\ kJ/mol$$

1- هل هذا التفاعل ماص أم طارد للحرارة؟ ولماذا؟

2- احسب كمية الحرارة المنطلقة (بالـ kJ) من احتراق g 80 من الميثانول. علماً بأن:
$(C = 12\ ,\ H = 1\ ,\ O = 16)$

الحل:

حيث أن ΔH سالب، هذا يعني أن المحتوى الحراري للنواتج أقل من المحتوى الحراري للمتفاعلات، والفرق بينهما ينطلق إلى الوسط المحيط، أي أن التفاعل طارد للحرارة.

2- حساب كمية الحرارة المنطلقة من احتراق g 80 من الميثانول:

- حساب كتلة المول من الميثانول CH_3OH:

$$M\ (CH_3OH) = 12 + (3 \times 1) + 16 + 1 = 32\ g.$$

- حساب عدد المولات n الذي يعادل الكتلة المعطاة:

$$n\ (CH_3OH) = 80 \div 32 = 2.5\ mol$$

- حساب كمية الحرارة المنطلقة من احتراق 2.5 مول من CH_3OH:

من المعادلة الكيميائية:

احتراق 1 مول من الميثانول يعطي $-726.5\ kJ$

احتراق 2.5 مول من الميثانول يعطي ΔH

$$\Delta H = -726.5 \times 2.5 = -1816.25\ kJ$$

نشاط استقصائي





هل يتأثر معدل التنفس الخلوي بدرجة الحرارة؟

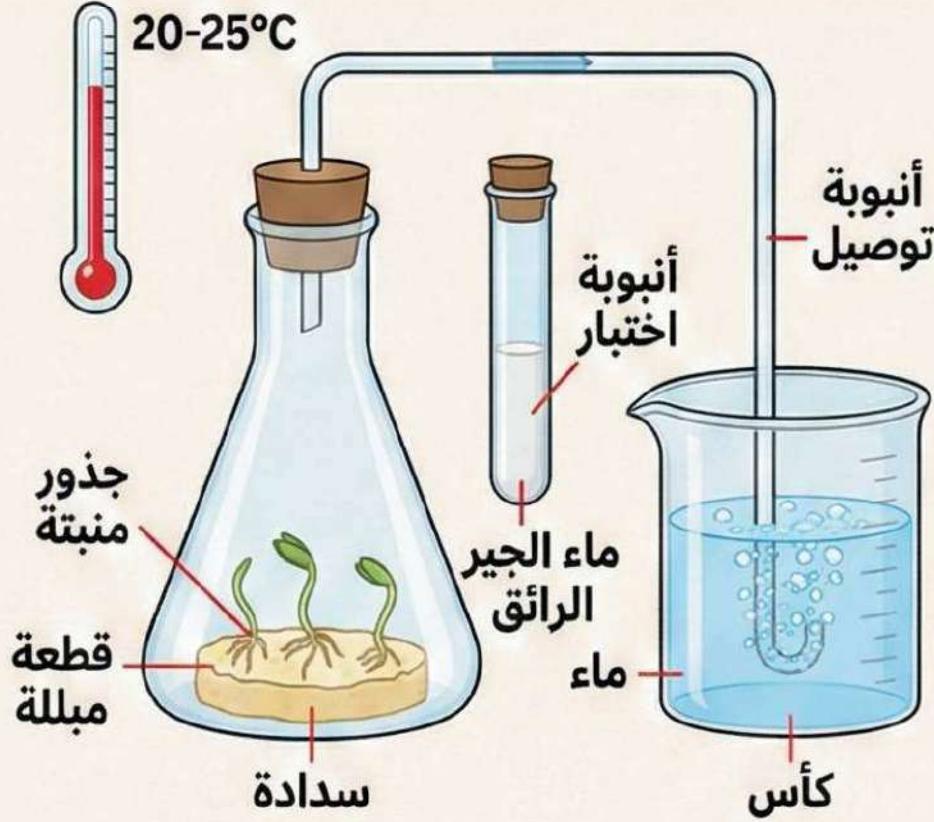
الأدوات:

❖ دورقان متماثلان – كأسان بهما كميتان متساويتان من الماء – أنبوبتا اختبار متماثلتان كل منهما بها كمية متساوية من ماء الجير الرائق – مجموعتان – مجموعتان متساويتان من البذور المنبتة – قطعتان متماثلتان من القطن متماثلتان من القطن المبلل بالماء – أنابيب توصيل.

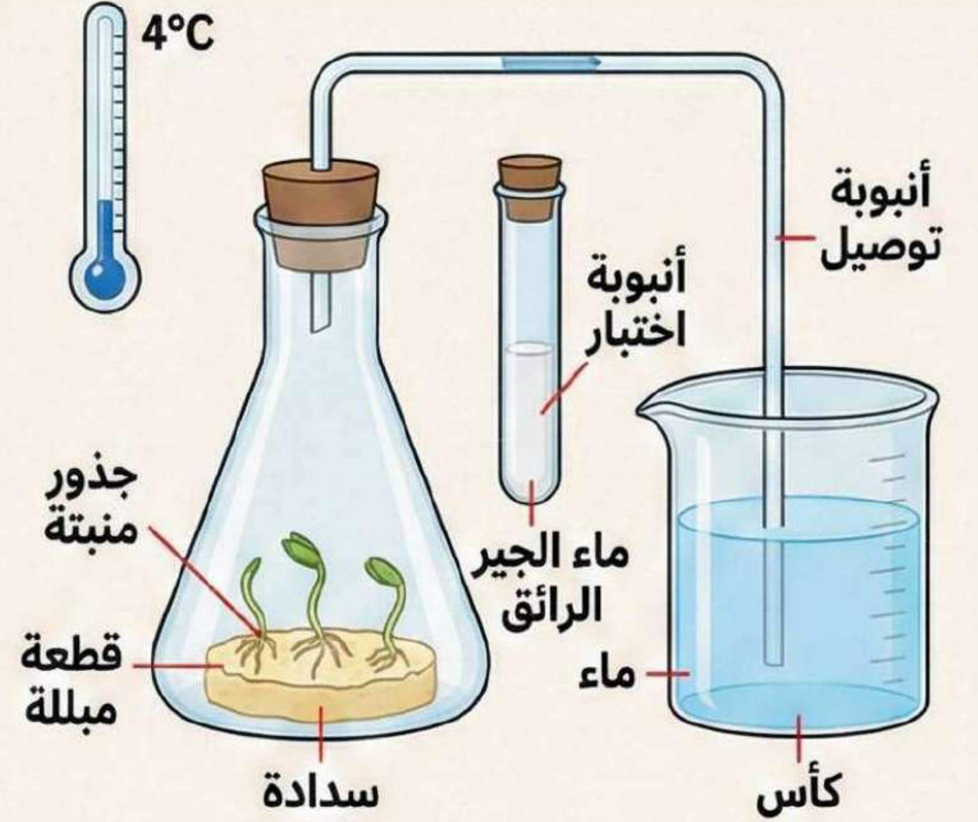
وصف التجربة:

- ضع في كل دورق مجموعة من الجذور المنبتة على قطعة مبللة.
- ضع أنبوبة اختبار تحتوي ماء الجير الرائق، وأنبوبة توصيل في كل دورق وأغلقه كما بالشكل.
- دع طرف كل أنبوبة توصيل أسفل سطح الماء في كأس.
- احفظ أحد الدورقين (A) في درجة حرارة الغرفة (من 20°C إلى 25°C)، والآخر (B) في بيئة باردة (مثل الثلاجة).
- لاحظ كل ساعة ماذا يحدث لماء الجير الرائق في كل دورق.
- سجّل ملاحظاتك.

(A) في درجة حرارة الغرفة (من 20°C إلى 25°C)



(B) في بيئة باردة (مثل الثلاجة)



فكر وناقش:

1. ما الدور الذي يقوم به ماء الجير في التجربة؟
2. ما توقعك عن غرض وضع طرف كل أنبوبة توصيل أسفل سطح الماء في الكأس؟
3. ما المتغير المستقل وما المتغير التابع في هذا الاستقصاء؟
4. ما المتغيرات التي تم تثبيتها في هذا الاستقصاء؟
5. في أي دورق كان معدل التنفس أعلى؟
6. ما العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة التفاعلات الحيوية في البذور؟

تقييم الدرس الثاني

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد

1 اختر الإجابة الصحيحة:

1 تعتمد حركة الماء في أوعية الخشب على قوى فيزيائية أهمها:

- أ) التماسك والتلاصق فقط
- ب) التماسك والتلاصق وقوى الشد الناتجة عن النتح
- ج) النقل النشط للطاقة
- د) قوى الشد الناتجة عن النتح فقط

2 وجود مادة اللجنين في جدران أوعية الخشب يساعد على:

- أ) تخزين المواد العضوية
- ب) إعطاء الخلايا مرونة وليونة
- ج) مقاومة ضغط الشد أثناء صعود الماء
- د) تنظيم فتح الثغور

3 أيّ مما يلي يُعد مثالًا على النقل النشط في الخلية؟

- أ) انتقال الأكسجين عبر الغشاء الخلوي
- ب) انتقال الماء بالتناضح
- ج) انتقال الأيونات من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى في الخلايا الجذرية
- د) انتشار الغازات من الرئتين إلى الدم

4 عملية النقل في النبات والنقل في الإنسان يشتركان في أن كليهما:

- أ) يتم في اتجاه واحد
- ب) يهدف إلى توزيع المواد والطاقة داخل الجسم
- ج) يعتمد على مادة اللجنين
- د) يعتمد على خاصية النتح

5 في الجهاز الدوري للإنسان، تُنقّل المواد الغذائية المهضومة إلى الخلايا عبر:

- أ) الشعيرات الدموية
- ب) الشرايين
- ج) الأوردة
- د) القلب

6 ينتج عن التنفس الخلوي الهوائي في الخلايا:

- أ) ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة
- ب) الكحول والطاقة
- ج) حمض اللاكتيك فقط
- د) طاقة دون نواتج أخرى

٧. الميتوكوندريا تمثل الموقع الأساسي في الخلية لعملية:

أ البناء الضوئي
ب التنفس الهوائي
ج تخليق البروتين
د تخزين الدهون

٨ في غياب الأكسجين، تستخدم بعض الخلايا التنفس اللاهوائي للحصول على الطاقة، ومن نواتجه:

أ ماء فقط
ب كحول الإيثانول أو حمض اللاكتيك
ج ثاني أكسيد الكربون فقط
د جلوكوز إضافي

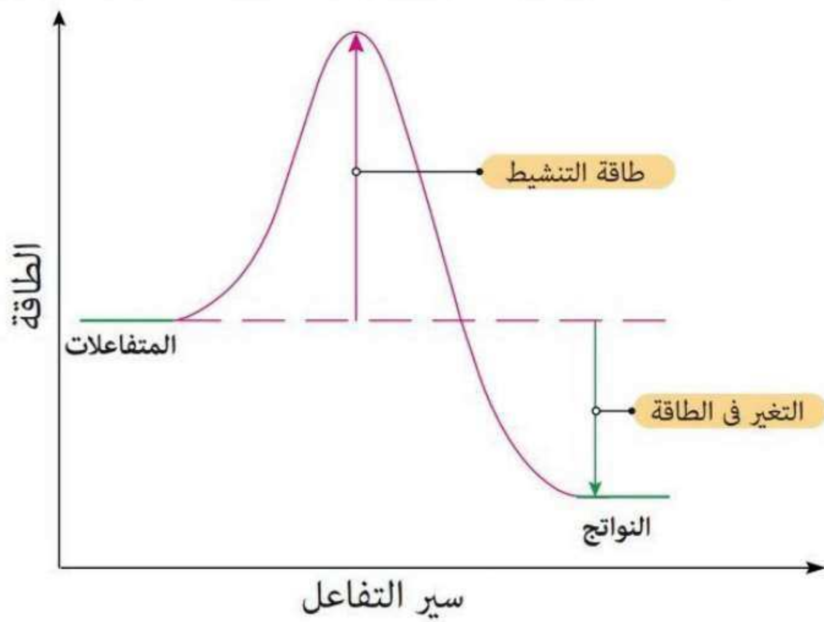
٩ أي مما يلي يُعدّ تفاعلًا طاردًا للحرارة؟

أ تخليق الجلوكوز في البناء الضوئي
ب تكسير الجلوكوز في التنفس الهوائي
ج تكوين جزيئات الجلوكوز
د جميع ما سبق

١٠ العلاقة بين عمليتي التنفس والبناء الضوئي هي أن:

أ نواتج التنفس تُعد متفاعلات للبناء الضوئي
ب كلاهما يتم في الميتوكوندريا
ج كلاهما يحتاج إلى ضوء الشمس
د كلاهما يحدث في جميع الكائنات الحية

١١ الشكل البياني المقابل يمثل تغير الطاقة في تفاعل كيميائي. ماذا نستنتج عن هذا التفاعل؟



أ تفاعل ماص للحرارة
ب تفاعل طارد للحرارة
ج التغير في الطاقة موجب
د تنخفض درجة حرارة الوسط المحيط

ثانيًا: أسئلة مقالية

بم تفسر؟

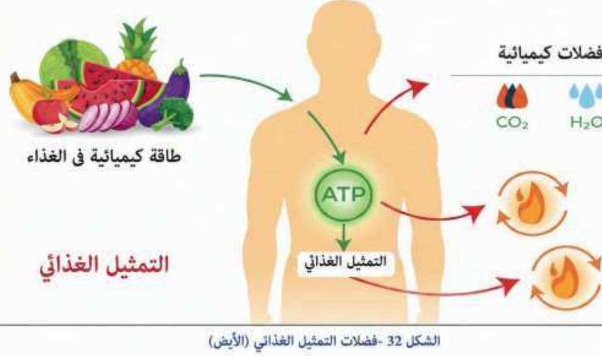
1 صعود الماء في النبات رغم عدم وجود مضخة داخلية؟
2 وجود نوعين من الأوعية الناقلة في النبات (الخشب واللحاء)؟
3 التنفس الخلوي الهوائي أكثر كفاءة في إنتاج الطاقة من التنفس اللاهوائي؟
4 عملية التنفس الخلوي تُعدّ تفاعلًا طاردًا للحرارة؟

الإخراج والاتزان الداخلي ودورهما في استقرار الغلاف الحيوي

الفضلات الأيضية وأجهزة الإخراج ودورها في إعادة توازن الطاقة والمواد

أولًا: التفاعلات الحيوية داخل جسم الإنسان

1. تقوم خلايا جسم الإنسان بعدد هائل من التفاعلات الكيميائية الحيوية الدقيقة، ولا تتوقف.
2. هذه التفاعلات تمكّن الجسم من أداء وظائفه المختلفة، مثل:
   - الحصول على الطاقة من الغذاء.
   - بناء الجزيئات الحيوية الضرورية.
   - مقاومة العدوى.
   - استبدال الخلايا التالفة.



الشكل 32 -فضلات التمثيل الغذائي (الأيض)

3. تُعرف هذه التفاعلات مجتمعة باسم **عمليات الأيض (التمثيل الغذائي)**
4. يشمل الأيض **الأيض** عمليتين متعاكستين:
   - **عملية البناء** التي ينتج فيها مواد جديدة يحتاج إليها الجسم.
   - **عملية الهدم** التي تُكسر فيها الجزيئات المعقدة للحصول على الطاقة.

الشكل 33 - فضلات التمثيل الغذائي (الأيض)

ثانيًا: الفضلات الأيضية

1. بالرغم من أن التفاعلات الأيضية ضرورية للحياة، فإنها لا تنتج دائمًا مواد نافعة.
2. كثيرًا منها يُخلف نواتج ثانوية لا يحتاج إليها الجسم.
3. قد تكون هذه النواتج ضارة إذا تراكمت.
4. تُعرف هذه النواتج باسم **الفضلات الأيضية**
5. تشمل الفضلات الأيضية **الفضلات الأيضية**:
   - **ثاني أكسيد الكربون** الناتج من التنفس الخلوي.
   - **الأمونيا** الناتجة عن تكسير الأحماض الأمينية في الكبد.
   - **اليوريا** التي تنتج عن تحويل الأمونيا السامة إلى صورة أقل ضررًا.
   - **الماء الزائد**
   - **الأملاح المعدنية** التي تُفرز بطرق مختلفة.

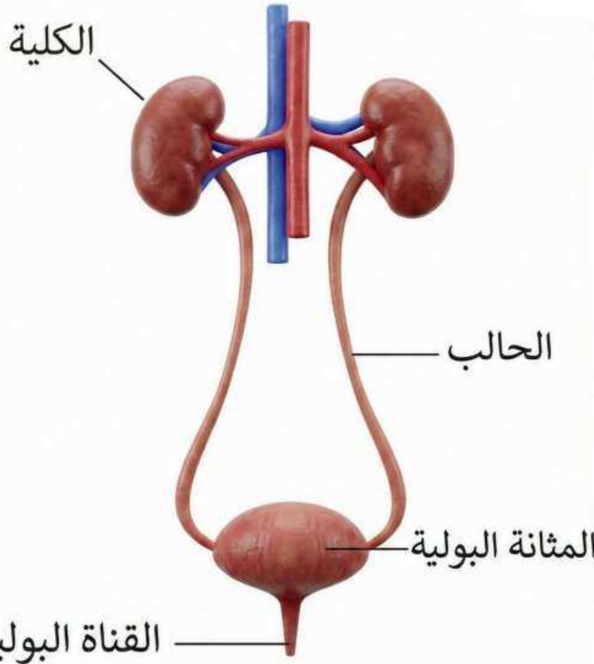
ثالثًا: أهمية عملية الإخراج

1. تراكم هذه الفضلات يؤدي إلى اضطراب التوازن الكيميائي للسوائل داخل الجسم.
2. يؤثر ذلك في كفاءة عمل الخلايا.
3. لذلك يحتاج الكائن الحي إلى آلية دقيقة للتخلص منها.
4. هنا تظهر أهمية **عملية الإخراج**
5. **الإخراج** هو العملية الحيوية التي يتم من خلالها:
   - إزالة الفضلات الأيضية من الجسم.
   - الحفاظ على **اتزان البيئة الداخلية** للجسم **(Homeostasis)**

اتزان الماء والأملاح داخل الجسم

أولًا: دور الكليتين في تنظيم الماء والأملاح

1. تُعدّ الكليتان من أهم أعضاء الجهاز الإخراجي، وهما تعملان على تنقية الدم من الفضلات السائلة الناتجة عن التفاعلات الحيوية داخل الجسم.
2. يبلغ حجم الكلية الواحدة تقريبًا حجم قبضة اليد، وشكلها يشبه حبة الفاصوليا.
3. تقع كل منهما على جانبي العمود الفقري في الجزء السفلي من الظهر.
4. الكليتان مسؤولتان عن إنتاج البول، وهو السائل الذي ينتج للتخلص من الماء الزائد، والأملاح الفائضة، واليوريا، وبعض الفضلات الذائبة الأخرى.



الشكل ٣٣ -مخطط الجهاز البولي

ثانيًا: تكوُّن البول وإعادة الامتصاص

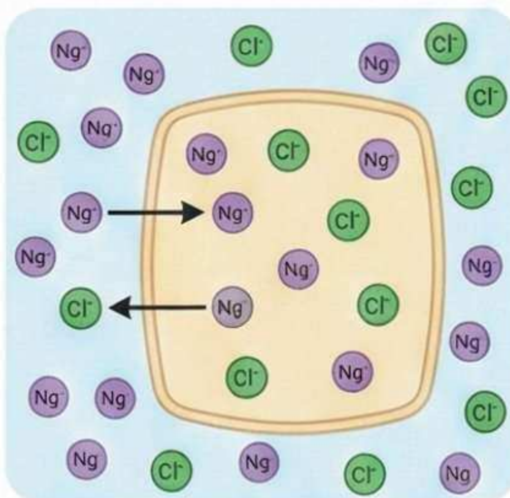
1. يتكوَّن البول نتيجة ترشيح الدم داخل وحدات دقيقة تُعرف بالنفرونات.
2. تزال الفضلات من الدم، بينما تُعاد المواد النافعة مثل الجلوكوز والأيونات والماء بالقدر الذي يحتاجه الجسم في عملية تُسمى إعادة الامتصاص، للحفاظ على الاتزان الداخلي.
3. بعد إنتاج البول، ينتقل عبر الحالبين إلى المثانة البولية، حيث يُخزن حتى يُطرح خارج الجسم عبر القناة البولية.

ثالثًا: الحفاظ على التوازن الأيوني في الجسم

1. الأيونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد ضرورية لعمل الأعصاب والعضلات.
2. تنظم الضغط الأسموزي داخل الخلايا وخارجها.
3. عند حدوث خلل في تركيز هذه الأيونات، تتأثر العمليات الحيوية الدقيقة.
4. لذلك يقوم الجهاز الإخراجي – خاصة الكليتان – بتنظيم هذا التوازن بدقة شديدة.

رابعًا: مثال على تنظيم التوازن الأيوني

1. عند ارتفاع تركيز الصوديوم في الدم، تحتفظ الكليتان بالماء لتخفيف تركيزه.
2. وعند انخفاضه تُطرح كمية أكبر من الماء للمحافظة على الاتزان الأيوني في الجسم.
3. يسهم الإخراج في الحفاظ على التوازن بين الأيونات والماء في سوائل الجسم.
4. وبقاء البيئة الداخلية مستقرة.



الشكل 34 - تركيز أيونات الصوديوم والكلوريد

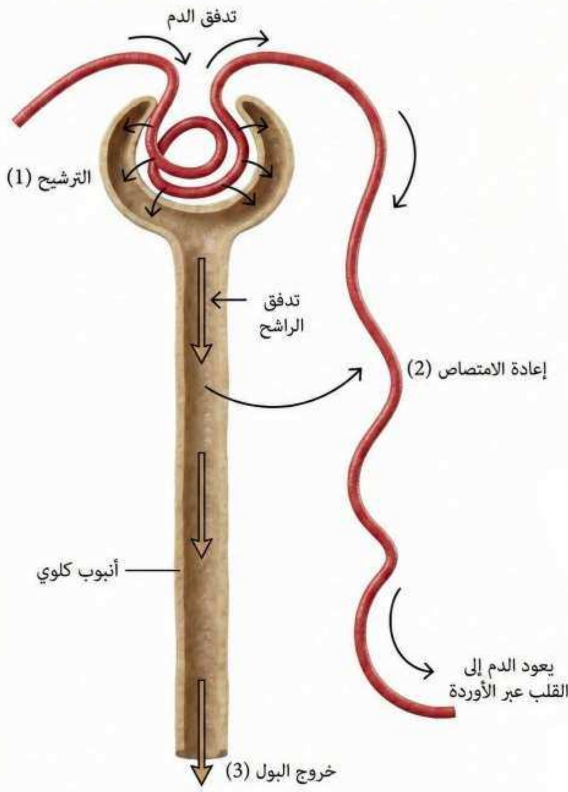
إعادة الامتصاص

أولًا: تعريف إعادة الامتصاص

1. إعادة الامتصاص هي عملية استرجاع المواد النافعة من السائل الذي تم ترشيحه في النفرون إلى الدم مرة أخرى.
2. يحدث ذلك في أجزاء الأنابيب الدقيقة في كل نفرون.
3. تنتقل المواد المفيدة عبر جدران الخلايا المحيطة إلى الأوعية الدموية الدقيقة.

ثانيًا: خلال هذه العملية

1. يُعاد امتصاص معظم الجلوكوز إلى الدم لتوفير الطاقة للخلايا.
2. يُعاد امتصاص جزء كبير من الماء للحفاظ على حجم الدم وتوازن السوائل في الجسم.
3. تُعاد أيضًا الأيونات المهمة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد لتنظيم وظائف العضلات والأعصاب والحفاظ على ضغط الدم.
4. أما المواد التي لا يحتاجها الجسم مثل اليوريا والماء الزائد وبعض الأيونات، فتُترك لتخرج لاحقًا مع البول.



الشكل ٣٥ - مخطط بسيط لنفرون يوضح خطوات إنتاج البول (للإطلاع فقط)

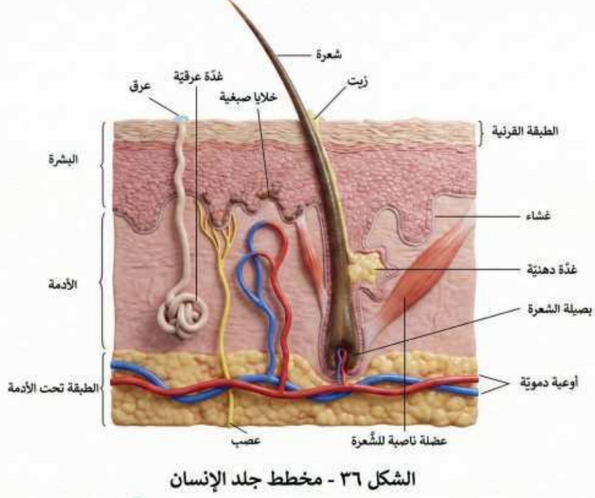
ثالثًا: أهمية إعادة الامتصاص

1. تُعد إعادة الامتصاص خطوة حيوية للحفاظ على الاتزان الداخلي (الاتزان الحيوي) في الجسم.
2. لأنها تمكّنه من ضبط ما يحتفظ به وما يتخلّص منه.
3. من دون إعادة الامتصاص، سيفقد الجسم كميات كبيرة من الماء والعناصر الغذائية.
4. مما يؤدي إلى جفاف شديد.
5. واضطراب في الأملاح.
6. وانخفاض ضغط الدم.
7. وربما توقف عمل الأعضاء الحيوية.

الجلد ودوره في الإخراج وتنظيم درجة الحرارة

أولًا: تعريف الجلد ووظيفته العامة

1. **الجلد** هو الغلاف الخارجي للجسم، وله دور مزدوج فى الحماية والإخراج.



الشكل ٣٦ - مخطط جلد الإنسان

ثانيًا: دور الجلد في الإخراج

1. يحتوي الجلد على **غدد عرقية** تفرز **العرق**، وهو سائل يتكون من **الماء**، **والأملاح المعدنية** (مثل **كلوريد الصوديوم**)، وكميات صغيرة من **اليوريا**.
2. يُعد **العرق** أحد أشكال **الإخراج** التي تساعد في المحافظة على **توازن السوائل والأيونات** داخل الجسم.

ثالثًا: دور الجلد في تنظيم درجة حرارة الجسم

1. يساعد إفراز **العرق** على **تنظيم درجة حرارة الجسم**.
2. فعندما **يتبخر العرق** من سطح الجلد، فإنه يزيل بعض الحرارة الزائدة.
3. مما يبقي الجسم في **درجة حرارة ثابتة** تقريبًا.
4. كما أن خروج **الماء** و**الأملاح** ونسبة قليلة جدًا من **اليوريا** مع العرق يسهم في **الاتزان الداخلي**.

رابعًا: طبقات الجلد الرئيسية

1. **البشرة:**
- وهي **الطبقة الخارجية** التي تحمي الجسم من الميكروبات و**فقدان الماء**.
2. **الأدمة:**
- تحتوي على **الغدد العرقية** و**بصيلات الشعر** و**الأوعية الدموية** التي تساعد في **تنظيم درجة الحرارة**.
3. **الطبقة تحت الأدمة:**
- غنية **بالدهون** التي تعمل **كعازل حراري**.

خامسًا: تكامل الجلد مع أجهزة الإخراج الأخرى

1. يتكامل الجلد مع **الكليتين** في **إخراج الماء الزائد** و**الأيونات**.
2. يُعدّ ذلك مثالًا رائعًا على **تكامل أجهزة الإخراج** في الحفاظ على **الاتزان الداخلي**.

الكبد ودوره في معالجة الفضلات

أولًا: أهمية الكبد في عملية الإخراج

1. يُعد الكبد من أهم أعضاء الجسم في عملية الإخراج، فهو يعمل على **تنقية الدم** من **المواد الضارة** والفضلات الناتجة عن التفاعلات الحيوية.
2. ويسهم الكبد في الحفاظ على **توازن البيئة الداخلية** للجسم من خلال تحويل **المواد السامة** إلى **مركبات آمنة** يسهل على الجسم التخلص منها.
3. ويُعد الكبد بمثابة **مركز تنقية** أو '**محطة معالجة**' تحمي الجسم من تراكم السموم.

ثانيًا: دور الكبد في حماية الجسم من المواد الضارة

1. يساعد الكبد في حماية الجسم من **تراكم المواد الضارة** بطرق متعددة.
2. فعند **تكسير البروتينات** تتكون مادة **الأمونيا السامة**، فيحولها الكبد إلى **اليوريا** الأقل ضررًا.
3. تنتقل اليوريا إلى **الكليتين** وتُطرح مع **البول**.

ثالثًا: دور الكبد في تكسير خلايا الدم القديمة

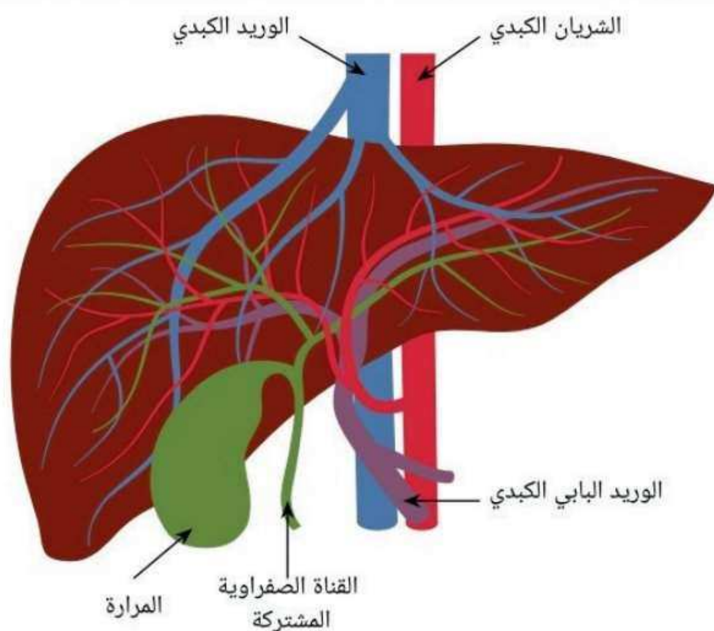
1. يعمل الكبد على **تفكيك الهيموجلوبين** الناتج عن **تحلل خلايا الدم** الحمراء القديمة.
2. وينتج عنه **البيليروبين** الذي يُفرز في **العصارة الصفراوية** ويُطرح مع **البراز**.
3. بينما يؤدي تراكمه إلى حدوث **اليرقان** (**الصفراء**).

رابعًا: إزالة السموم والمواد الغريبة

1. يقوم الكبد **بإزالة السموم** والمواد الغريبة مثل **الأدوية** و**الإضافات** الغذائية.
2. بتحويلها إلى **مواد أقل ضررًا** قبل التخلص منها.

خامسًا: دور العصارة الصفراوية

1. إضافة إلى ذلك، تساعد **العصارة الصفراوية** في التخلص من بعض **الفضلات غير القابلة للذوبان** في الماء.
2. مثل **الكوليسترول الزائد** وبعض **الصبغات**.
3. مما يسهم في الحفاظ على **التوازن الداخلي** للجسم.

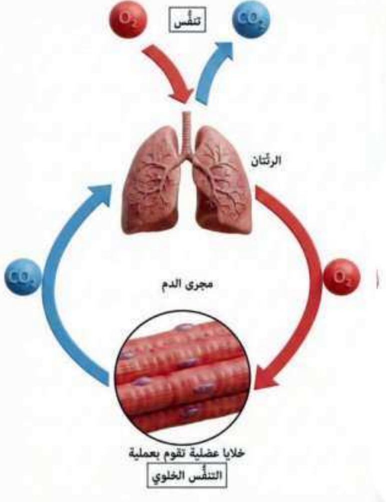


الشكل ٣٧ -مخطط يوضح الكبد والمرارة

دور الرئتين في إخراج الفضلات الغازية

أولًا: التنفس الخلوي وإخراج الفضلات الغازية

1. في عملية التنفس الخلوي، تستخدم خلايا الجسم الأكسجين والجلوكوز لإنتاج الطاقة.
2. ينتج عن ذلك ماء وثاني أكسيد الكربون.
3. ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم، الذي يحمله إلى الرئتين ليُطرح خارج الجسم مع هواء الزفير. وتخلص من عملية الغازات وۀ الفضلات الزفين.
4. وبالتالي تُعدّ عملية الزفير جزءًا من عملية الإخراج، حيث يتخلص الجسم من الفضلات الغازية.



الشكل 38- دور الرئتين في الإخراج

ثانيًا: أهمية إخراج ثاني أكسيد الكربون

1. تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون في الدم يزيد من حموضة الدم.
2. مما يعطل عمل الإنزيمات ويهدد العمليات الحيوية.
3. لهذا، فالتنفس المنتظم ضروري للحفاظ على توازن نسبة الغازات في الدم.
4. وبالتالي على الاتزان الداخلي للجسم.

تطبيقات تكنولوجية

الكلية الحيوية الاصطناعية، حل مستقبلي للفشل الكلوي

أولًا: مفهوم الكلية الحيوية الاصطناعية

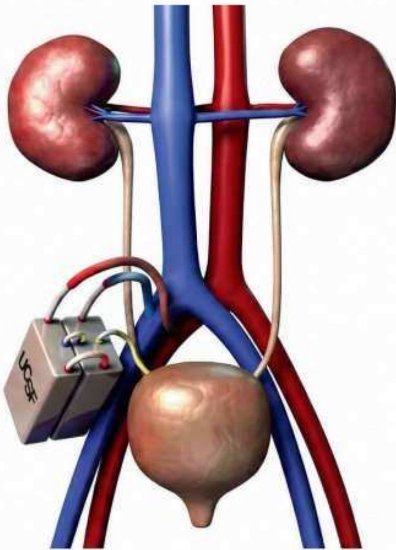
1. تُعدَّ الكلية الحيوية الاصطناعية (أجهزة المحاكاة الكلوية) أحد التطبيقات التكنولوجية الحديثة الواعدة لعلاج الفشل الكلوي.
2. تعمل هذه الكلية الحيوية الاصطنائية أو تُزرع فيه.
2. تعمل هذه الكلية داخل جسم المريض أو تُزرع فيه.
3. وتهدف إلى أداء وظائف الكلية الطبيعية.

ثانيًا: المبدأ الفيزيائي لعمل الكلية الحيوية الاصطناعية

1. المبدأ الفيزيائي الأساسي في عملها هو الترشيح.
2. إذ يمر سائل الدم عبر أغشية دقيقة شبه منفذة.
3. تسمح هذه الأغشية بمرور الجزيئات الصغيرة والفضلات إلى سائل تنظيفي أو إلى الجانب الآخر من الغشاء.
4. تسمح هذه الأغشية بمرور الجزيئات الصغيرة والفضلات إلى سائل تنظيفي أو إلى الجانب الآخر من الغشاء.
4. بينما تمنع مرور البروتينات وخلايا الدم الكبيرة.

ثالثًا: الجانب الحيوي للكلية الحيوية الاصطناعية

1. أما الجانب الحيوي فيعتمد على هندسة الخلايا.
2. حيث تحتوي الكلية الحيوية على خلايا متخصصة (مأخوذة أو مهندسة مختبريًا).
3. تحاكي بعض الوظائف الكيميائية الحيوية للكلية.
4. مثل ضبط مستويات أملاح معينة وإفراز مركبات هامة.
5. بوجود هذه الخلايا إلى جانب وحدات الترشيح تتحقق مراقبة أدق لتوازن المواد في الدم.



الشكل 39 -الكلية الصناعية

٢. فيزياء الموجات فوق الصوتية في الكلى والمثانة:

تُستخدم أجهزة الموجات فوق الصوتية Ultrasound (عالية التردد) لتصوير الأعضاء الإخراجية وتشخيص الحصوات أو الالتهابات. يعتمد عمل هذه الأجهزة على خصائص موجات الصوت مثل الانعكاس والانكسار لتكوين صورة دقيقة عن حالة الأعضاء الداخلية دون الحاجة للتدخل الجراحي.

• انعكاس الموجات:

تصطدم الموجات فوق الصوتية بالحدود الفاصلة بين الأنسجة المختلفة (مثل جدار المثانة أو سطح الحصوة)، فيرتد جزء منها. تعتمد قوة هذا الارتداد على المقاومة الصوتية للنسيج.

• تشتت الموجات:

يحدث عند اصطدام الموجات بأسطح غير منتظمة أو جسيمات صغيرة داخل الأنسجة، مما يساعد في إظهار تفاصيل قوام العضو (Texture).

• المعالجة الرقمية:

يقوم الجهاز بحساب الزمن الذي استغرقه الصدى للعودة، ومن خلال سرعة الصوت في الأنسجة، يحدد عمق ومكان العضو بدقة ويحوّله إلى صورة رقمية.



الشكل 40 - الكشف بالموجات فوق الصوتية

٣. الفيزياء الحرارية وعمل الغدد العرقية:

تعتمد عملية التعرّق على امتصاص كمية من حرارة الجسم لتبخير العرق، وهو تطبيق لمفهوم التوازن الحراري والتبخر.

تُستخدم أجهزة قياس الإشعاع الحراري بالأشعة تحت الحمراء (Infrared Thermography) لتحليل معدل فقدان الحرارة عبر الجلد، مما يساعد على متابعة التوازن الحراري الداخلي للجسم.



الشكل 41 - قياس الحرارة بالأشعة تحت الحمراء

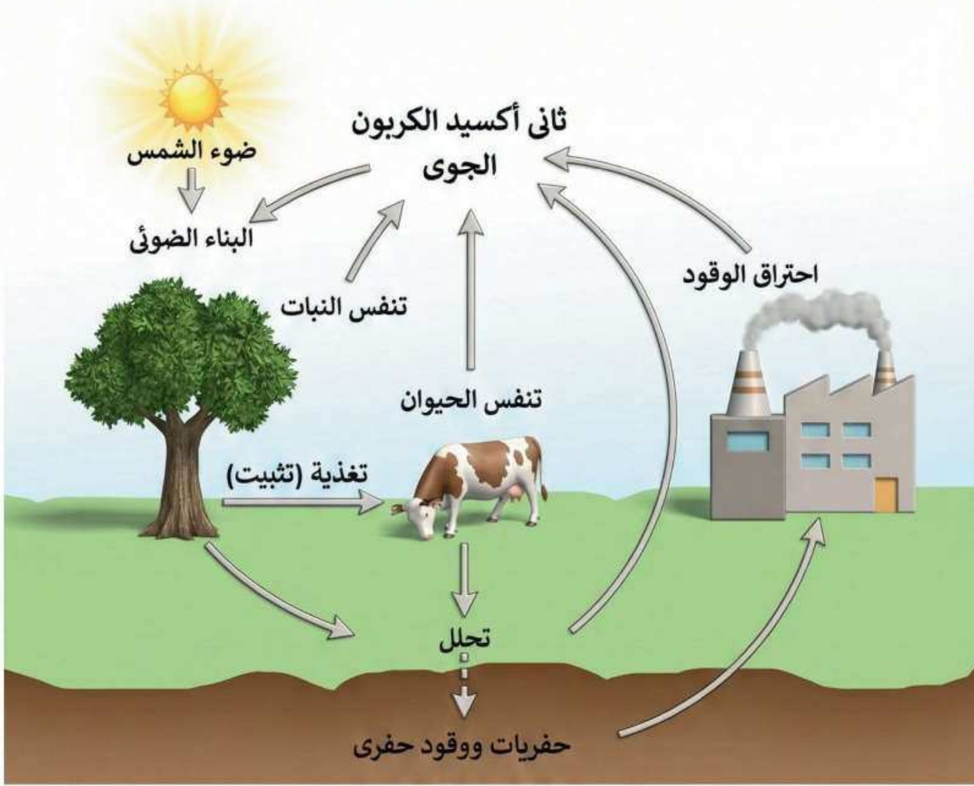
دورات العناصر في الغلاف الحيوي

بعد أن تعرفت على عمليات الإخراج وكيف تسهم في حفظ الاتزان الداخلي داخل أجسام الكائنات الحية، حان الوقت لتتأمَّل كيف يمتد هذا الاتزان ليشمل النظام البيئي بأكمله. فكما تعمل أجهزة الجسم الجسم معًا للحفاظ على توازنه الداخلي، تعمل عناصر الغلاف الحيوي – مثل الماء والكربون والنيتر والنيتروجين – في دورات طبيعية مستمرة تضمن بقاء الحياة على الأرض.

ومن أهم هذه العناصر: الكربون والنيتروجين والفوسفور، حيث تدخل في دورات متتابعة تنتقل خلالها بين الهواء والماء والتربة والكائنات الحية.

دورة الكربون

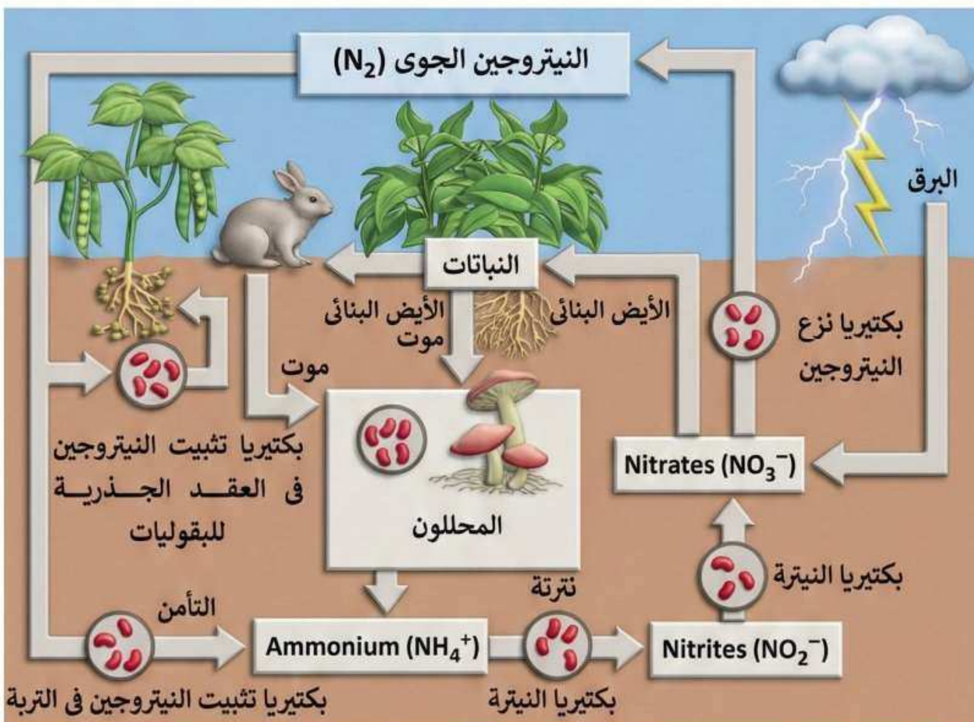
1. تمتص النباتات الخضراء غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء خلال عملية البناء الضوئي لإنتاج الغذاء.
ثاني أكسيد الكربون، البناء الضوئي
2. ثم تنتقل المركبات التي تحتوي على الكربون إلى الحيوانات عندما تتغذى على النباتات.
3. وعندما تتنفس الكائنات الحية أو تتحلّل يعود غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء مرة أخرى.
تتنفس، تتحلل، ثاني أكسيد الكربون
4. بالإضافة لأكاسيد الكربون التي تنبعث من المصانع واحتراق الوقود.



الشكل ٤٢- دورة الكربون

دورة النيتروجين

1. يمثل النيتروجين مكونًا أساسيًا للبروتينات داخل أجسام الكائنات.
2. تبدأ دورة النيتروجين بتثبيت نيتروجين الهواء الجوي بواسطة نوع من البكتيريا الموجودة في التربة وتحويله إلى مركبات قابلة للامتصاص بواسطة النباتات.
3. تنتقل هذه المركبات إلى الحيوانات عبر الغذاء.
4. ثم تعود إلى التربة مرة أخرى من خلال الفضلات أو الكائنات الميتة.
5. حيث تعيد أنواع من البكتيريا تحويلها إلى غاز النيتروجين الذي يعود إلى الهواء الجوي.



الشكل ٤٣ - دورة النيتروجين

دورة الفوسفور:

1. توجد مركبات الفوسفور الفوسفور في الصخور والتربة.
2. يمتص النبات مركبات الفوسفور (الفوسفور) بعد تحررها من الصخور نتيجة عمليات التجوية.
3. ثم ينتقل بعد ذلك إلى الحيوانات عبر السلسلة الغذائية لتكوين العظام والأسنان.
4. والأحماض النووية (DNA و RNA) (الأحماض النووية (DNA و RNA)، وجزيئات الطاقة (ATP).
5. عند موت الكائنات الحية أو من خلال فضلاتها، تقوم المحللات بإعادة الفوسفور إلى التربة مرة أخرى.
6. واختلافًا عن دورتي الكربون والنيتروجين، لا يكون الغلاف الجوي جزءًا من دورة الفوسفور.
7. بل تبقى دورة الفوسفور (دورة الفوسفور) محصورة بين الأغلفة: الحيوي، والصخري، والمائي.



الشكل 44 - دورة الفوسفور

أهمية دورات العناصر في الغلاف الحيوي

1. دورات العناصر دورات العناصر تُعد أساسية لاستمرار الحياة على الأرض.
2. إذ تضمن إعادة تدوير العناصر الحيوية بين الكائنات الحية والبيئة بصورة متوازنة.

دور الإخراج في استمرارية دورات العناصر

1. مما سبق نستنتج أن عملية الإخراج لا تقتصر على التخلص من الفضلات من داخل الكائنات الحية.
2. بل تمثل حلقة مهمة في استمرار دورات العناصر في الطبيعة.
3. فالمواد الناتجة عن الإخراج، مثل:
   - ثاني أكسيد الكربون
   - اليوريا
4. تعود لتشارك في دورات الكربون والنيتروجين وغيرها.
5. حيث تتحلل اليوريا في التربة بفعل البكتيريا إلى أمونيا
6. ثم نترات يمتصها النبات.
7. مما يضمن إعادة استخدام العناصر واستمرار الحياة في الغلاف الحيوي.

الاستقرار في الغلاف الحيوي

1. وبهذا تسهم عمليات الإخراج والدورات الطبيعية معًا في الحفاظ على الاتزان والاستقرار في الغلاف الحيوي.
2. ليبقى صالحًا لدعم أشكال الحياة المختلفة.

تقييم الدرس الثالث

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة:

1. أي الأعضاء التالية يُعدّ المسؤول الرئيس عن إزالة الفضلات النيتروجينية من الدم؟
أ) الكبد　ب) الجلد　ج) الكليتان　د) الرئتان

2. عند زيادة الأملاح في الدم، تستجيب الكليتان بـ:
أ) إفراز مزيد من العرق　ب) زيادة إعادة امتصاص الماء　ج) زيادة طرح الماء　د) تخزين الأملاح

3. تتحول الأمونيا السامة في الجسم إلى يوريا في:
أ) الكليتان　ب) الكبد　ج) الرئتان　د) الجلد

4. ما الذي يوضح علاقة الإخراج بالاتزان الداخلي في الجسم؟
أ) طرد الماء فقط　ب) الحفاظ على ثبات بيسم الداخلية　ج) إنتاج الطاقة　د) نقل الأكسجين

5. إذا فشلت الكليتان في أداء وظيفتهما، فإن أول ما يتأثر هو:
أ) مستوى الأكسجين　ب) نسبة الفضلات في الدم　ج) عدد خلايا الدم　د) إنتاج الهرمونات

6. تزداد كمية العرق التي يفرزها الجسم عندما:
أ) تقل درجة الحرارة　ب) تزداد الرطوبة　ج) ترتفع درجة الحرارة　د) يقل تدفق الدم للجلد

7. ما المكون الذي يُعاد امتصاصه في الكليتين للحفاظ على الاتزان المائي؟
أ) الجلوكوز　ب) ثاني أكسيد الكربون　ج) الماء　د) الأمونيا

8. إخراج ثاني أكسيد الكربون من الرئتين يُعدّ مثالًا على:
أ) تنظيم درجة الحرارة　ب) الإخراج الغازي　ج) الإخراج الصلب　د) النقل العصبي

9. ما الدور المشترك بين الجلد والكليتين في الاتزان الداخلي؟
أ) إنتاج الهرمونات　ب) تخزين الفضلات　ج) إخراج الماء والأملاح　د) إنتاج الطاقة

10. تزداد سمية الجسم عندما:
أ) يقل معدل التنفس　ب) تتراكم الفضلات الأيضية　ج) يزداد إفراز العرق　د) ينخفض ضغط الدم

ثانيًا: أسئلة مقالية

بم تفسر؟

1. تحول الأمونيا في الجسم إلى يوريا قبل إخراجها؟
2. إخراج كمية كبيرة من العرق في الجو الحار يساعد على بقاء الجسم متزنًا؟
3. حدوث اضطراب في وظائف الجسم عند تراكم الفضلات الأيضية؟
4. زيادة كمية البول عند شرب كميات كبيرة من الماء؟
5. يُعد الإخراج ضروريًا للحفاظ على الاتزان الحيوي للكائن الحي؟

الإحساس والاستجابة ودورها في تفاعل الكائنات الحية مع الغلاف الحيوي

مقدمة

١ يعد **الإحساس بالمؤثرات والاستجابة لها** من الخصائص الأساسية التي تميز الكائنات الحية، فهي تمكنها من التفاعل مع بيئتها والحفاظ على بقائها.

٢ ويعد **الجهاز العصبي** النظام المسؤول عن **استقبال المعلومات** من الوسط المحيط بالجسم و**معالجتها** ثم **إصدار استجابات** مناسبة من خلال نظام دقيق يمكن الكائن الحي من **التكيف** مع التغيرات البيئية، مما يسهم في **استقرار واتزان الغلاف الحيوي**؛ إذ يحافظ كل كائن حي على توازنه الداخلي والاستجابة المناسبة للعوامل الخارجية.

الجهاز العصبي (Nervous System)



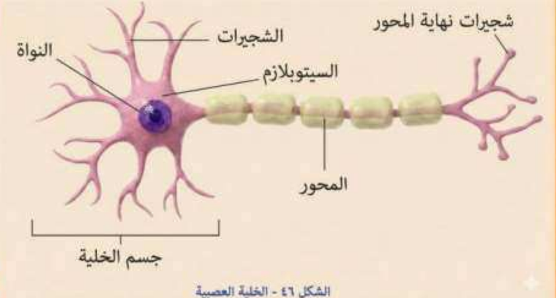
١ يتكون الجهاز العصبي بشكل رئيسي من الجهاز العصبي المركزي الذي يتكون من المخ والحبل الشوكي، والجهاز العصبي الطرفي الذي يشمل جميع الأعصاب المنتشرة في جميع أنحاء الجسم، ويربط الجهاز العصبي المركزي بباقي الأعضاء.

٢ يقوم الجهاز العصبي باستقبال الإشارات من الحواس، ومعالجتها، ثم إرسال الأوامر لبقية أجزاء الجسم للاستجابة المناسبة، سواء كانت هذه الاستجابة إرادية أو لا إرادية.

الخلايا العصبية وحدة تفاعل الكائن الحي مع البيئة

١ **الخلايا العصبية** هي وحدات البناء الأساسية للجهاز العصبي.

٢ تتكون كل خلية عصبية عادة من جسم خلوي يحتوي النواة والسيتوبلازم، وامتدادات تسمى **الزوائد الشجيرية** (dendrites) التي تستقبل الإشارات، الإشارات، و**المحور العصبي** (axon) الذي ينقل الإشارة بعيدًا عن الجسم الخلوي نحو خلايا أخرى أو نحو العضلات والغدد.



الشكل ٤٦ - الخلية العصبية

٣ في نهايات المحور توجد تفرعات تسمى **النهايات العصبية** التي تتواصل مع خلايا أخرى عبر التشابكات العصبية.

أنواع الخلايا العصبية

١ **خلايا عصبية حسية:** تنقل معلومات من المستقبلات الحسية إلى الجهاز العصبي المركزي (المخ والنخاع الشوكي).

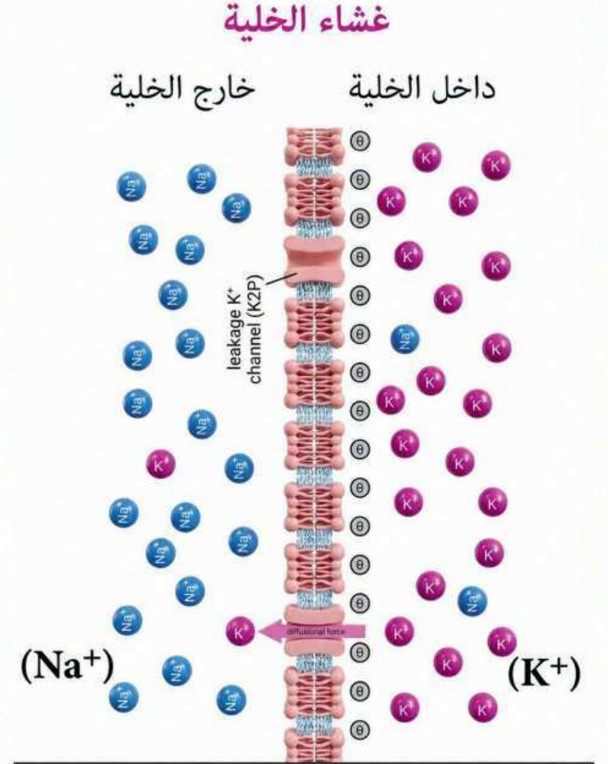
٢ **خلايا عصبية حركية:** تنقل الأوامر إلى أعضاء الاستجابة مثل العضلات والغدد.

٣ **خلايا عصبية موصلة (رابطة):** تعمل كحلقة وصل بين الخلايا الحسية والخلايا الحركية.

انتقال السيال العصبي وجهد الغشاء

مقدمة: توزيع الأيونات وجهد الغشاء

في الخلايا العصبية يختلف توزيع الأيونات داخل الخلية الخلية عنه خارجها؛ فتركيز **أيون الصوديوم** Na^+ **خارج** الخلية أعلى كثيرًا من تركيزه داخلها، بينما **يتركز أيون** البوتاسيوم K^+ داخل الخلية أكثر من خارجه، مما يؤدي إلى نشوء فرق في الجهد عبر **غشاء الخلية يسمى جهد الغشاء.**

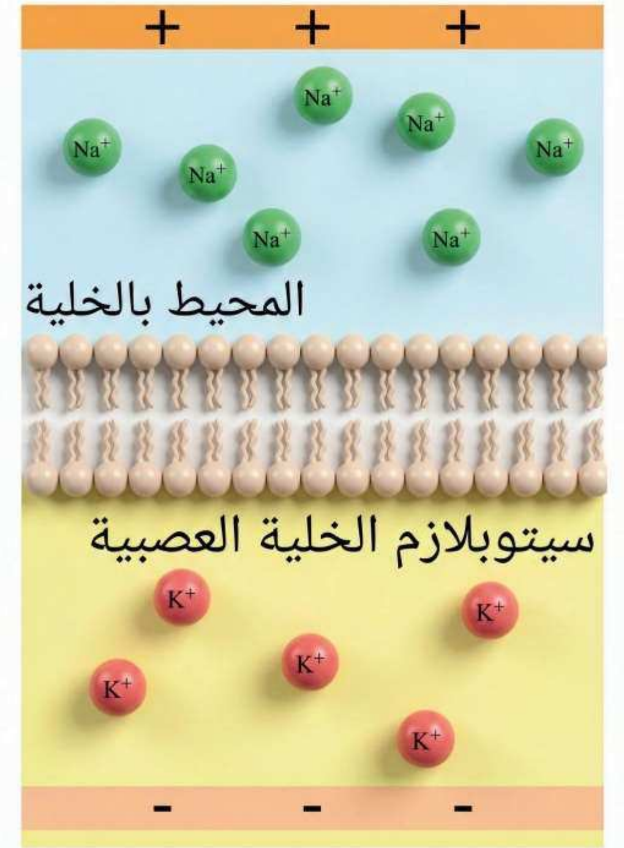


الشكل ٤٧ - تركيز الأيونات على جانبي الغشاء الخلوي

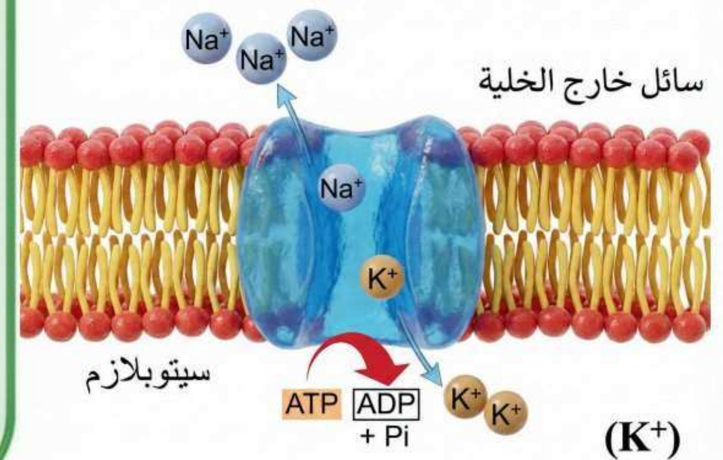
وضع الراحة (الاستقطاب)

وعندما لا تكون الخلية مثارة. أي في **وضع الراحة**؛ يكون السطح الخارجي للغشاء الخلوي موجبًا والداخلي سالبًا، فيما يعرف **بالاستقطاب**، ويبلغ فرق جهد يقارب (-70 mV)، نتيجة ثلاث آليات أساسية:

1. **النفاذية الاختيارية للغشاء الخلوي:** التي تسمح بخروج أيونات K^+ بمعدل أعلى من دخول أيونات Na^+ إلى داخل الخلية.
2. **التوزيع غير المتكافئ للأيونات:** حيث يكون تركيز الأيونات والبروتينات السالبة داخل الخلية أعلى من ووجود أيونات سالبة من الكلور وبعض البروتينات.
3. **مضخات الصوديوم والبوتاسيوم:** التي تستخدم طاقة ATP، فطاقة كل جزيء ATP تؤدي إلى إلى خروج ثلاثة أيونات من الصوديوم (Na^+) مقابل إدخال أيونين من البوتاسيوم (K^+).



الشكل ٤٨ - جهد الراحة



الشكل ٤٩ - مضخة الصوديوم والبوتاسيوم

آلية انتقال السيال العصبي

مرحلة الإثارة (إزالة الاستقطاب)

عندما تستقبل الخلية العصبية مؤثرًا كافيًا لإثارتها،

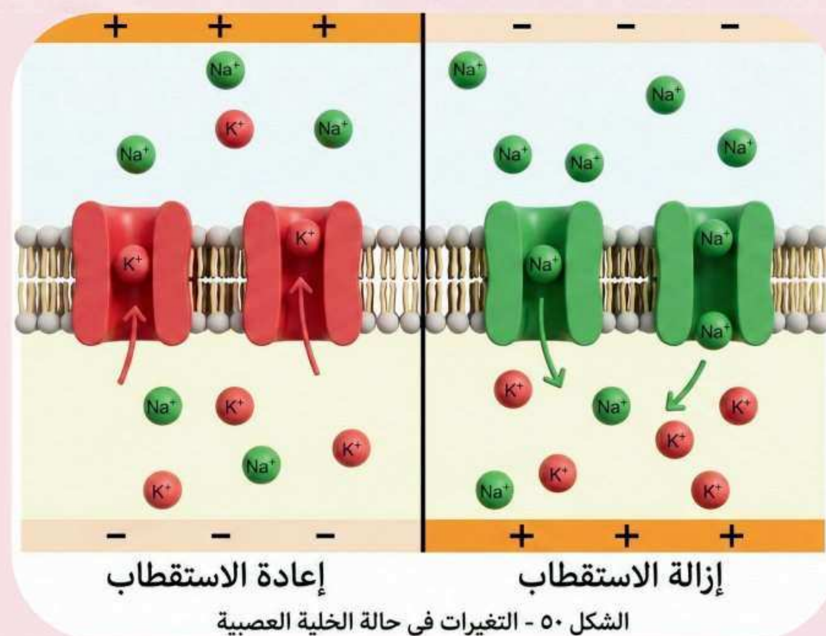
1. تُفتح قنوات خاصة في غشاء الخلية العصبية تسمح بانتقال أيونات الصوديوم (Na^+) بمعدل سريع،
2. فيصبح الجهد داخل الخلية موجبًا،
3. ويصبح فرق الجهد عبر غشاء الخلية (حوالي (40+ mV))، وتُعرف هذه المرحلة بمرحلة إزالة الاستقطاب.

انتقال السيال العصبي

يعمل إزالة الاستقطاب كمنبه للمنطقة المجاورة من العصب، فيحدث فيها تغيرات تشبه تمامًا التي حدثت عند تنبيه الخلية العصبية لأول مرة، وهكذا وهكذا ينتقل السيال العصبي على هيئة نبضات Nerve Impulse على طول الخلية العصبية من: إزالة الاستقطاب، ثم عودته، ثم إزالته، وهكذا.

عودة الاستقطاب وفترة الجموح

1. تشهد المنطقة الأولى من الغشاء عودة الاستقطاب عندما تُغلق قنوات الصوديوم وتُفتح قنوات البوتاسيوم لخروجه، فيعود فرق الجهد إلى قيمته السالبة السابقة.
2. وبعدها، ولمدة قصيرة (حوالي 0.001 – 0.003 ثانية) تُسمى فترة الجموح، لا تستجيب الخلية لمؤثر جديد، وبعدها تستعيد جاهزيتها للاستجابة لمؤثر جديد.



الشكل ٥٠ - التغيرات في حالة الخلية العصبية

التشابك العصبي: كيمياء التواصل العصبي

مقدمة: طبيعة التشابك العصبي

بعد أن تعلمنا كيف ينشأ السيال العصبي داخل الخلية العصبية وينتقل على طل محورها، يظل سؤال مهم: كيف ينتقل هذا السيال من خلية عصبية إلى أخرى؟

عند نهاية المحور العصبي لخلية عصبية، لا تنتقل الإشارة العصبية مباشرة إلى الخلية العصبية التالية، بل تمر عبر منطقة اتصال تسمى التشابك العصبي، وتتصل كل خلية عصبية بعدد هائل من الخلايا الأخرى من خلال هذه التشابكات.

ولكي نتخيل مدى تعقيد هذا النظام، فإن خلية واحدة فقط من نوع بركنجي (Purkinje)، وهو أحد أنواع الخلايا العصبية الموجودة في المخ، يمكن أن تستقبل إشارات من نحو 200000 تشابك عصبي في وقت واحد من خلايا عصبية مختلفة تتلاقى عندما يصدر سيال تحديد استجابة واحدة منسقة.

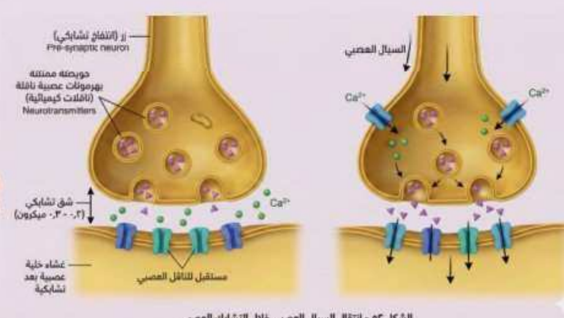
تركيب التشابك العصبي



الشكل ٥١ -التشابك العصبي

1. **الزر العصبي (الغشاء قبل التشابكي):** انتفاخ في نهاية محور الخلية العصبية المرسلة للإشارة العصبية، وتوجد أكياس صغيرة داخل الأزرار العصبية تسمى الحويصلات العصبية تحتوي على مواد كيميائية مهمة في نقل السيال العصبي، مثل الأستيل كولين (Acetylcholine)، والنورأدرينالين (Noradrenaline).
2. **الشق التشابكي:** فراغ دقيق بين الخليتين المتجاورتين.
3. **الغشاء بعد التشابكي:** جزء من غشاء الخلية المستقبلة.

آلية انتقال السيال عبر التشابك العصبي



الشكل ٥٢ - انتقال السيال العصبي خلال التشابك العصبي

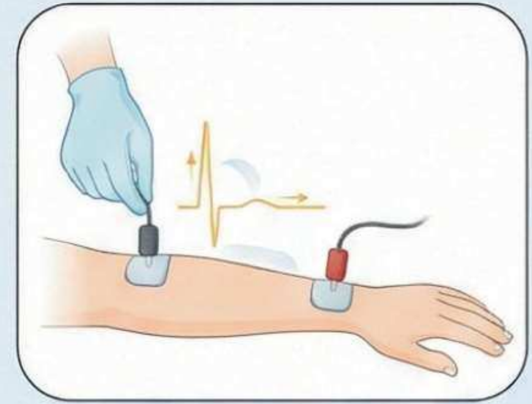
1. عند وصول السيال العصبي إلى نهاية المحور، يُفتح عدد من القنوات الخاصة بأيونات الكالسيوم Ca^{2+} لتمر إلى داخل الزر العصبي.
2. يؤدي دخول أيونات Ca^{2+} إلى إطلاق الناقلات العصبية في الشق التشابكي.
3. تنتشر الناقلات عبر الشق وترتبط بمستقبلات خاصة على الخلية التالية، مما يفتح قنوات أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في الغشاء الخاص بها، ويولد إشارة عصبية جديدة.

تطبيقات تكنولوجية

نهاية انتقال السيال العصبي

4. بعد قيام الناقلات العصبية مثل الأستيل كولين بدورها، يتم تكسيرها عن إنزيمات خاصة فيعود الغشاء الخلوي لحالة الراحة. بهذه الطريقة، ينتقل السيال العصبي في الجهاز العصبي بدقة عالية وسرعة كبيرة، مما يمكن الجسم من الاستجابة للمؤثرات.

اختبار سرعة التوصيل العصبي (NCV)



الشكل ٥٣ - اختبار سرعة التوصيل العصبي

1. إجراء تشخيصي يستخدم لتقييم وظائف الأعصاب وسلامتها، ويساعد في تقييم تلف الأعصاب، والكشف عن الاضطرابات المتعلقة بها، وتحديد مدى وموقع إصابتها أو تشوهاتها. يستخدم غالبًا لتشخيص وتقييم الحالات التي تؤثر على الأعصاب والحبل الشوكي.
2. أثناء الاختبار، تمرر تيارات كهربائية صغيرة على أعصاب محددة باستخدام أقطاب كهربائية سطحية توضع على اتحفز هذه النبضات الكهربائية الأعصاب، ويتم تسجيل الاستجابات الناتجة وتحليلها. يعد الاختبار آمنًا وغير جراحي بشكل عام.

ختامًا: دور الجهاز العصبي

ختامًا، يتضح أن الجهاز العصبي يلعب دورًا جوهريًا في تحقيق الاتزان الحيوي داخل الكائنات، إذ تنظم إشاراته الأنشطة الحيوية المختلفة لضمان استجابة الجسم السريعة والدقيقة للمتغيرات البيئية. ومن خلال القدرة على التنظيم الذاتي، يسهم الإحساس العاتيون والاستجابة في حفظ الاتزان الداخلي للكائنات للكائنات الحية، وبالتالي في استقرار الغلاف الحيوي، حيث يظل التفاعل المتزن بين الكائنات وبيئاتها أساس استمرار الحياة على الأرض.

تقييم الدرس الرابع

أولاً: أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة:

1. تُعد الخلية العصبية الوحدة الأساسية في تكوين الجهاز العصبي، ووظيفتها الأساسية هي:

(أ) إنتاج الهرمونات (ب) نقل السيال العصبي (ج) تخزين الطاقة (د) الدفاع عن الجسم

---

2. تُسمى الفترة التي لا يمكن أن يتولد خلالها سيال عصبي جديد بـ :

(أ) إزالة الاستقطاب (ب) إعادة الاستقطاب (ج) فترة الجموح (د) جهد الراحة

---

3. أي العبارات الآتية تفسر سبب حاجة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم للطاقة؟

(أ) لأنها تنقل الأيونات في اتجاه تدرج التركيز (ب) لأنها تنقل الأيونات عكس تدرج التركيز

ج) لأنها لا تعتمد على ATP (د) لأنها لا تعمل إلا أثناء النوم

---

4. عند إزالة الاستقطاب، يكون جهد الغشاء:

(أ) ثابتًا عند 70 mV- (ب) أكثر سالبية

ج) يتحول من سالب إلى موجب (د) لا يتغير

---

5. عند إعادة الاستقطاب، يحدث:

(أ) دخول أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية (ب) خروج أيونات البوتاسيوم من الخلية

ج) توقف مضخة الصوديوم والبوتاسيوم (د) زيادة الجهد الموجب داخل الخلية

---

6. ما الوظيفة الأساسية للناقلات العصبية في التشابك العصبي؟

(أ) تخزين الطاقة (ج) تكسير الأيونات

ج) نقل الإشارة بين خليتين (د) زيادة سرعة المحور

---

7. أي مما يلي يحدث مباشرة بعد وصول السيال العصبي إلى الأزرار النهائية؟

(أ) خروج الكالسيوم من الخلية (ب) دخول الكالسيوم واندماج الحويصلات بالغشاء

ج) غلق قنوات الصوديوم (د) تكسير الناقل العصبي

---

8. يعمل إنزيم الكولين إستيريز على:

(أ) تحفيز إزالة الاستقطاب (ب) إعادة بناء الحويصلات

ج) تكسير الأستيل كولين بعد أداء دوره (د) زيادة نفاذية الغشاء

تابع: أسئلة اختيار من متعدد

9. ما الذي يفسر أهمية جهد الراحة في الخلية العصبية؟
(أ) يمنع استجابة الخلية
(ب) يبقى الغشاء مستعدًا لنقل السيال عند حدوث مؤثر
(ج) يزيد من عدد التشابكات
(د) يقلل من نفاذية الغشاء للماء

....

10. خلية "بركنجي" التي يمكن أن تستقبل مئات الآلاف من التشابكات العصبية تظهر أن:
(أ) الجهاز العصبي بطيء الاستجابة
(ب) الخلايا العصبية تعمل بشكل منفصل
(ج) الجهاز العصبي شبكة مترابطة تنقل المعلومات بسرعة ودقة
(د) التشابكات العصبية قليلة في الدماغ

....

ثانيًا: أسئلة مقالية

بم تفسر؟

1. تُعد مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ضرورية للحفاظ على جهد الراحة في الخلايا العصبية.

....

2. يحدث فرط استقطاب بعد إعادة الاستقطاب مباشرة.

....

3. وجود شق تشابكي بين خليتين عصبيتين ضروري رغم صغره الشديد.

....

4. يعمل الجهاز العصبي بسرعة تفوق الجهاز الهرموني.

....

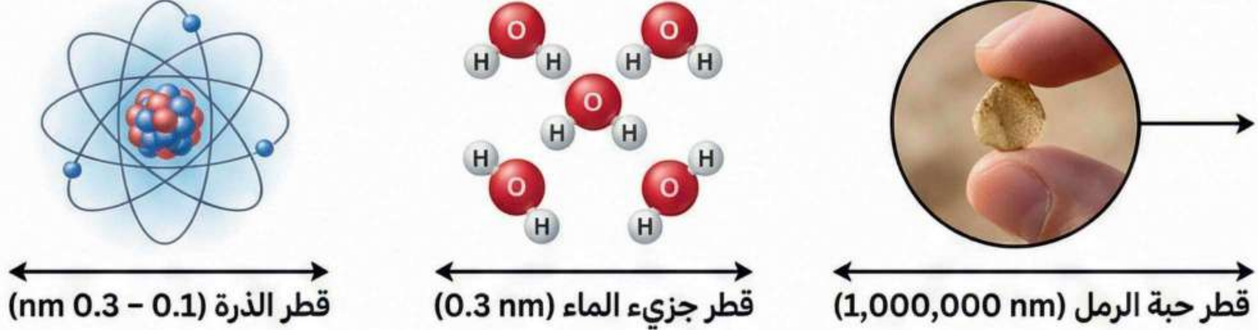
5. يؤدي تثبيط مضخة الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة سم الأوابين (سم الأفاعي) إلى توقف الجهاز العصبي عن العمل.

....

ما مقياس النانو؟

مقياس النانو

النانو وحدة قياس صغيرة جدًا، تساوي جزءًا واحدًا من مليار جزء من المتر ($1\ nm = 10^{-9}\ m$). أي أن النانومتر أصغر من قطر شعرة الإنسان بحوالي مئة ألف مرة.



المواد النانوية

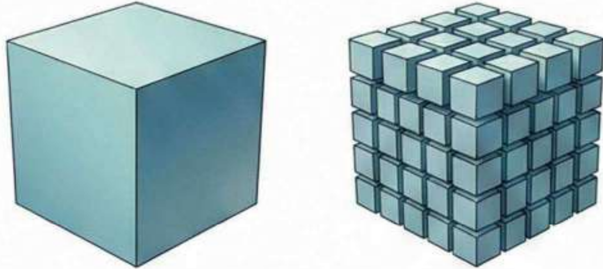
المواد النانوية هي مواد يتراوح طول أحد أبعادها على الأقل بين 1 – 100 nm. يمنحها هذا الحجم خصائص مختلفة مقارنة بنظائرها الأكبر حجمًا.

لماذا تتغير خصائص المواد في مقياس النانو؟

عندما تقل أبعاد المادة إلى هذا الحجم الصغير، تتغير خصائصها الكيميائية والفيزيائية مثل: اللون، الصلابة، الذوبان، التوصيل الكهربائي، ودرجة الانصهار. ويرجع ذلك إلى عاملين رئيسيين:

زيادة نسبة مساحة السطح إلى الحجم

كلما صغر حجم الجسيمات، زادت مساحة سطحها النشطة مقارنة بحسارنة بحجمها، مما يزيد من قدرتها على التفاعل.



تأثيرات الكم

تظهر تأثيرات الكم عندما تتقارب أبعاد الجسيم مع أطوال الموجات المصاحبة لحركة الإلكترونات. عندها، تتنتصرف المادة بطرق جديدة تمامًا لا تظهر في حالتها العادية.

أمثلة على المواد النانوية

- نانو الذهب: يتغير لونه عند مقياس النانو حسب حجم الجسيمات، وقد يظهر بالأحمر أو البرتقالي أو الأزرق.
- نانو النحاس: تزداد صلابته وقوته عند تصغير جسيماته إلى مقياس النانو.

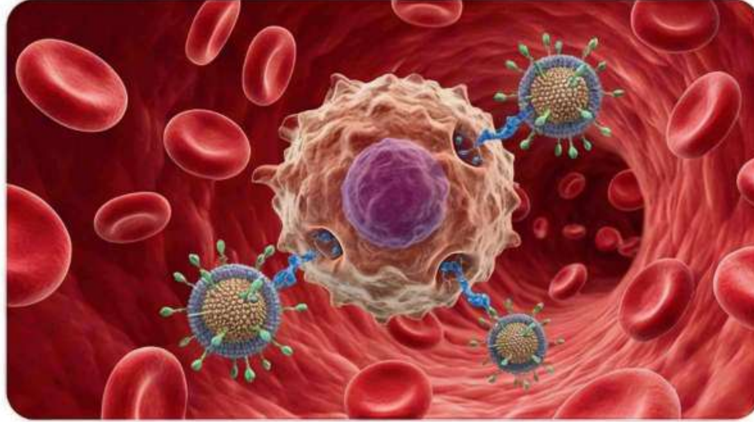


ألوان مختلفة لمحاليل نانو الذهب حسب حجم الجسيمات

تطبيقات النانو تكنولوجي واستدامة الغلاف الحيوي

مدخل علمي

بفضل العلم استطاع الإنسان أن يرصد ما هو أصغر من الخلايا، وأن يتحكم في تركيب المادة على مستوى **الجزيئات** والذرات. وقد أدت تقنيات **النانو تكنولوجي** إلى إحداث ثورة في تعامل الإنسان مع الغلاف الحيوي.



التحدي الطبي

أحد التحديات الحقيقية التي تواجه الأطباء والعلماء هو كيفية التعامل مع **الورم السرطاني** داخل جسم المريض دون تدمير الخلايا والأنسجة السليمة.

الحل باستخدام النانو تكنولوجي

لسنوات طويلة كانت المعالجات التقليدية للسرطان سواء **كيميائيًا** أو **إشعاعيًا** سيفًا ذا حدين؛ حيث تقتل الخلايا السرطانية ولكنها تُسبب آثارًا جانبية شديدة للجسم كله.

قدّم تطور **النانو تكنولوجي** حلًا مبتكرًا، حيث أُتيح علاج السرطان باستخدام **جسيمات نانوية موجهة** تستهدف الخلايا السرطانية فقط، وتُطلق الدواء مباشرة داخلها، مما:

- يزيد فعالية العلاج، يقلل الآثار الجانبية، يحافظ على الخلايا السليمة.

آفاق تطبيقية أوسع

هذا التقدم العلمي يفتح الباب أمام العديد من التطبيقات الأخرى في مجالات: **الطب، الطاقة، البيئة.**

ويُعد مدخلًا مناسبًا لدراسة المواد النانوية وفهم سبب امتلاكها لهذه الخصائص المميزة.

ما المقصود بتقنية النانو؟

كلمة **نانو تكنولوجي (Nanotechnology)** تتكون من جزئين:

- **نانو (Nano)**: كلمة يونانية تعني القزم، أي الشيء شديد الصغر.
- **تكنولوجي (Technology)**: وتعني التطبيق العملي للمعرفة في مجال محدد.

إذًا، النانو تكنولوجي هي تكنولوجيا التعامل مع المواد في أبعاد متناهية الصغر تُقاس بوحدة **النانومتر** لإنتاج مواد وأجهزة جديدة ذات خصائص لا توجد في حالتها العادية.

كيمياء النانو (Nano chemistry)

ما هي كيمياء النانو؟

كيمياء النانو هي الفرع الذي يدرس كيفية تصنيع ووصف وتطبيق **المواد النانوية**، ويهتم بفهم التغيرات في الخصائص عند هذا **المقياس الصغير**. تأتي المواد النانوية بأشكال مختلفة حسب **أبعادها**.

مواد نانوية صفرية الأبعاد (0D Nanomaterials)

في هذا النوع، تكون جميع أبعاد المادة (الطول، العرض، الارتفاع) ضمن **المقياس النانوي**.
تظهر هذه المواد كنقاط أو حبيبات دقيقة جدًا.

أمثلة:

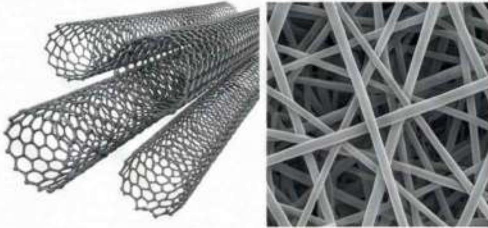


- **النقاط الكمية** (Quantum Dots)
- **الجسيمات النانوية** (Nanoparticles)
  مثل حبيبات الذهب أو الفضة النانوية

مواد نانوية أحادية البعد (1D Nanomaterials)

تمتلك هذه المواد بعدًا واحدًا فقط خارج المقياس النانوي (أي أن طولها قد يكون كبيرًا)، بينما البعدان الآخران يقعان في **المقياس النانوي**.

أمثلة:

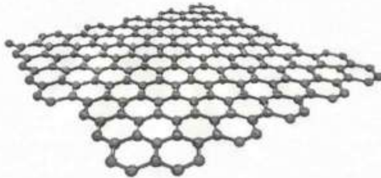


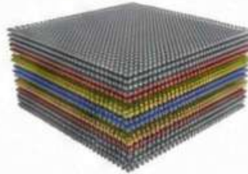
- **الأنابيب النانوية** (Nanotubes) مثل أنابيب الكربون
- **الألياف النانوية** (Nanofibers)
- **الأسلاك النانوية** (Nanowires)

مواد نانوية ثنائية الأبعاد (2D Nanomaterials)

تمتلك هذه المواد بُعدين خارج المقياس النانوي (مساحة سطحية كبيرة)، بينما يكون سمكها فقط في **المقياس النانوي**. تظهر عادة على شكل رقائق أو طبقات رقيقة جدًا.

أمثلة:



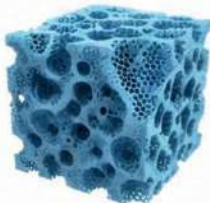


- **الجرافين** (Graphene)
- **الأغشية الرقيقة** (Thin Films)
- **الطبقات النانوية**

مواد نانوية ثلاثية الأبعاد (3D Nanomaterials)

هي مواد لا يقع أي من أبعادها في المقياس النانوي (تكون كبيرة في الأبعاد الثلاثة)، ولكنها تتكون من: وحدات بناء نانوية أو تمتلك بنية داخلية نانوية مثل المسام أو الجسيمات المدمجة.

أمثلة:





- **المواد النانوية المسامية**
- **المواد النانوية متعددة البلورات**
- **المواد المركبة النانوية** (Nanocomposites)

التوصيل العصبي باستخدام المواد النانوية

مراجعة المفهوم الأساسي

في الدرس السابق، تعلّمنا أن **السيال العصبي** ينتقل عبر الخلايا العصبية على شكل **نبضات كهربائية** تنتقل من خلية إلى أخرى عبر **التشابك العصبي**، مما يسمح للجسم بالاستجابة السريعة للمؤثرات المختلفة.

المشكلة العلمية

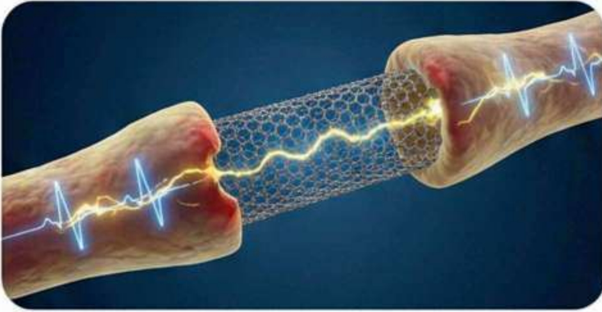
لكن ماذا يحدث إذا تلف جزء من هذا المسار العصبي؟ هل يمكن للسيال العصبي أن يعبر المنطقة التالفة؟

دور علم النانو في حل المشكلة

مكّن **علم النانو** العلماء من ابتكار طرق جديدة لإعادة توصيل الأعصاب التالفة، ومساعدة **السيال العصبي** على المرور مرة أخرى كما لو أن العصب لم يتضرر.

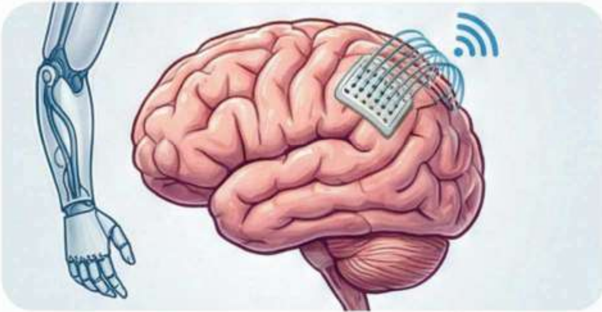
المواد النانوية الموصلة للكهرباء

تُستخدم **المواد النانوية الموصلة للكهرباء** مثل: **أنابيب الكربون النانوية، الأسلاك النانوية**.
في هذا المجال، حيث تعمل هذه المواد على نقل الإشارات العصبية بين الخلايا العصبية التالفة، تمامًا كما تنتقل السيالات العصبية في العصب السليم.



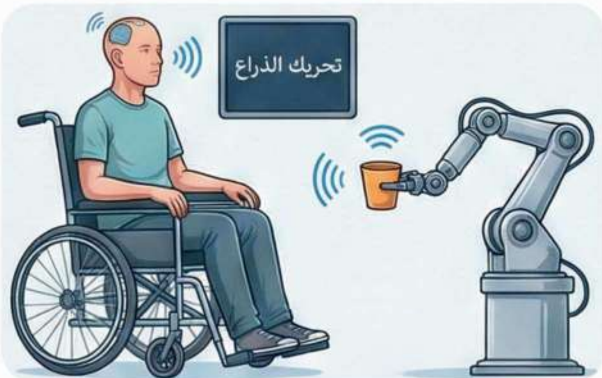
آلية العمل

عندما يتم وضع **أنابيب الكربون النانوية** أو **الأسلاك النانوية** بين طرفي عصب مقطوع، تُكوّن هذه الأجزاء جسرًا نانويًا يسمح بمرور النبضات العصبية الكهربائية من طرف إلى آخر، مما يساعد على استعادة الحركة أو الإحساس تدريجيًا.



الأقطاب النانوية العصبية

تُستخدم **الأقطاب النانوية العصبية** (Neural Nanotech) Nano-electriodes في:
- تسجيل الإشارات العصبية وإرسالها إلى أجهزة خارجية، مثل:
- الأطراف الصناعية الذكية



مثال تطبيقي

استطاع العلماء باستخدام **شرائح نانوية** زُرعت في الدماغ أن يساعدوا مرضى الشلل على:
- تحريك أطرافهم أو التواصل مع الأجهزة بمجرد التفكير.
- حيث تلتقط الشريحة الإشارات العصبية وترسلها إلى الكمبيوتر أو الذراع الصناعية، التي تتحرك وفقًا للأمر العصبي، كما يوضحه الشكل.

تكامل المعرفة

وهكذا تتكامل دراستنا عن **السيال العصبي** الذي تعلمناه سابقًا مع التقنيات المتقدمة في مجال **النانو تكنولوجي**، من أجل تعزيز سريان السيال العصبي حتى في حالات تلف الأعصاب.

خلايا الوقود الحيوي وتطبيقات النانو

مدخل علمي

في الدروس السابقة تعلمت كيف تنتج **الخلايا الحيّة** الطاقة من الغذاء عن طريق **التنفس الخلوي**، حيث يتحلل الجلوكوز داخل الميتوكندريا بوجود الأكسجين لإنتاج جزيئات الطاقة **ATP** التي تستخدمها الخلايا في أنشطتها المختلفة.

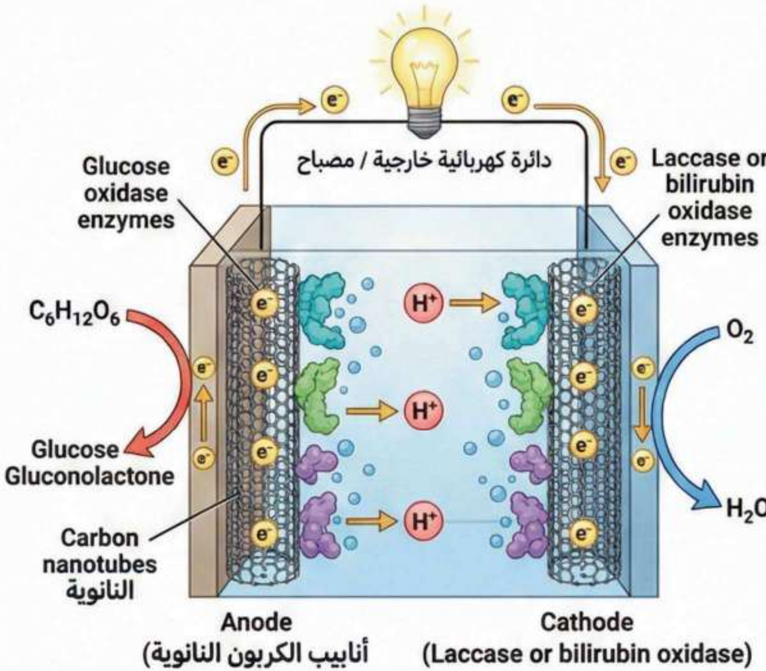
السؤال العلمي

لكن هل يمكن للعلم أن يستفيد من هذه الفكرة الحيوية لتوليد طاقة لأجهزة من صنع الإنسان؟
من هذا السؤال وُلدت فكرة **خلايا الوقود الحيوي** (Biofuel Cells)، وهي تعمل بطريقة تشبه ما تفعله الخلايا في التنفس الخلوي.

أوجه التشابه والاختلاف

في كلتا الحالتين يتم **أكسدة الجلوكوز** (أي فقده للإلكترونات) للحصول على طاقة. الفرق أن:
الخلايا الحية تنتج جزيئات **ATP**، خلايا الوقود الحيوي
الحيوي لا تنتج ATP، بل تُحوِّل الطاقة الكيميائية مباشرة إلى **طاقة كهربائية** يمكن استخدامها لتشغيل أجهزة.

آلية عمل خلايا الوقود الحيوي



تعمل **خلايا الوقود الحيوي** كبطاريات مستدامة، حيث تُستخدم الإنزيمات عند القطب السالب (**الأنود**) لأكسدة الجلوكوز، مما يؤدي إلى تحرير إلكترونات وبروتونات. بفضل **أنابيب الكربون النانوية** تزداد كفاءة نقل الإلكترونات، فتتدفق الإلكترونات عبر دائرة كهربائية خارجية مولّدة تيارًا كهربائيًا، متجهة نحو القطب الموجب (**الكاثود**)، تمامًا كما تتحرك الإلكترونات في الأسلاك لإضاءة مصباح.

التكامل مع علم النانو

يساعد **علم النانو** على تحسين كفاءة خلايا الوقود الحيوي من خلال استخدام مواد نانوية تزيد مساحة السطح وتحسن التوصيل الكهربائي، مما يجعل هذه الخلايا أكثر كفاءة واستدامة.

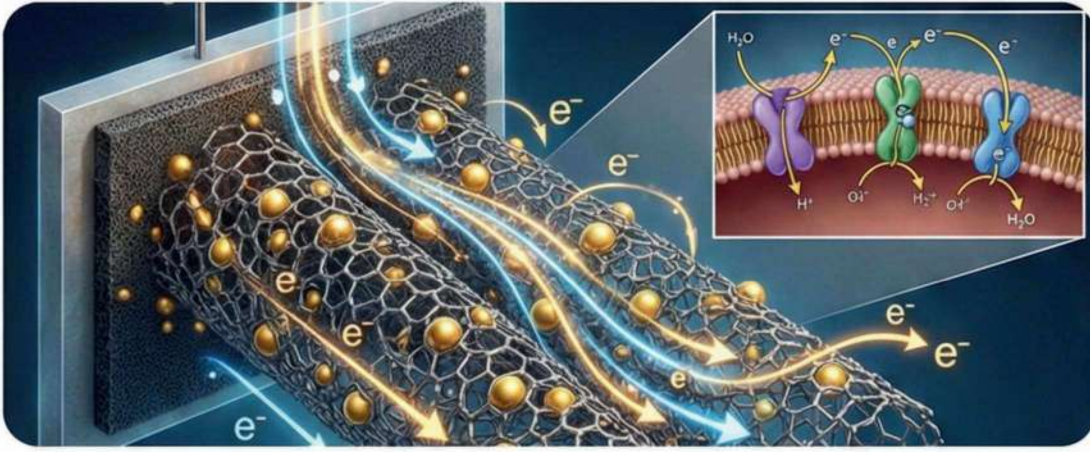
الخلاصة العلمية

وهكذا يتضح كيف يمكن لتقنيات **النانو تكنولوجي** أن تحاكي العمليات الحيوية داخل الخلايا الحية، وتحوّلها إلى تطبيقات عملية لتوليد الطاقة، مما يفتح آفاقًا واسعة في مجالات الطاقة والبيئة.

خلايا الوقود الحيوي وتكنولوجيا النانو

دور تكنولوجيا النانو في رفع كفاءة هذه العملية

تأتي **تكنولوجيا النانو** في رفع كفاءة هذه العملية، فالجسيمات النانوية مثل **نانو الذهب** أو **أنابيب الكربون النانوية** تُستخدم لتغطية الأقطاب داخل الخلية، حيث تعمل كمحفزات كهربائية تُسرّع التفاعلات وتُسهّل انتقال الإلكترونات، تمامًا كما تُسرّع الإنزيمات داخل الميتوكوندريا من تفاعلات التنفس الخلوي.



خلايا الوقود الحيوي وتقليد العمليات الحيوية

بهذا تُعدّ **خلايا الوقود الحيوي** مثالًا رائعًا على **تقليد العمليات الحيوية** في التكنولوجيا، حيث استلهم العلماء فكرة إنتاج الطاقة داخل الخلايا الحية لتصميم أجهزة تولد طاقة نظيفة وآمنة، يمكنها تشغيل أجهزة طبية مزروعة في الجسم باستخدام **الجلوكوز** الموجود **في الدم** كمصدر للطاقة.

نشاط استقصائي

استقصِ كيف يمكن استخدام **المواد النانوية** في تحسين حياة الإنسان دون الإضرار بالغلاف الحيوي.

1. ابحث عن منتج طبي أو بيئي يعتمد على **تقنية النانو**.
2. حدد **المادة النانوية المستخدمة** ووظيفتها.
3. ناقش في مجموعتك: هل لهذه التقنية آثار جانبية على الكائنات الحية أو البيئة؟
4. اقترح تعديلات أو استخدامات أكثر استدامة.
5. اعرض نتائجك في **ملصق علمي** يوضح العلاقة بين **النانو** و**التوازن في الغلاف الحيوي**.

تقييم الدرس الخامس

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة:

1 تختلف خصائص المادة في مقياس النانو عن خصائصها في الحالة العادية بسبب:
(أ) نقص الكتلة
(ب) زيادة مساحة السطح بالنسبة للحجم
(ج) تغير تركيب الذرات
(د) انخفاض درجة حرارة المادة

2 عند تقليل حجم الذهب إلى مقياس النانو فإن لونه يتغير لأن:
(أ) عدد الإلكترونات بذراته يقل
(ب) تفاعله مع الضوء يتغير
(ج) كثافته تزداد
(د) يفقد خواصه الفلزية

3 تزداد صلابة النحاس في مقياس النانو نتيجة:
(أ) زيادة عدد الإلكترونات بذراته
(ب) تقارب الجزيئات
(ج) زيادة نسبة مساحة السطح إلى الحجم
(د) زيادة طاقة النواة في ذراته

4 تُستخدم أنابيب الكربون النانوية في الإلكترونيات لأنها:
(أ) عازلة للكهرباء
(ب) موصلة للكهرباء أكثر من النحاس
(ج) تتحلل بسرعة
(د) تذوب في الماء

5 عمل خلايا الوقود الحيوي يشبه عملية التنفس الخلوي في أن كليهما:
(أ) ينتج طاقة من أكسدة الجلوكوز
(ب) يستهلك جزيئات ATP
(ج) يخزن الطاقة
(د) يعتمد في عمله على ضوء الشمس

6 تُستخدم الجسيمات النانوية في خلايا الوقود الحيوي لأنها:
(أ) تقلّل معدل التفاعلات
(ب) تزيد معدل انتقال الإلكترونات
(ج) تمنع أكسدة المتفاعلات
(د) تُبطل عمل الإنزيمات

7 في توصيل الدواء باستخدام تكنولوجيا النانو تساعد الجسيمات النانوية على:
(أ) نشر الدواء في كل الجسم
(ب) زيادة جرعة الدواء
(ج) توصيل الدواء مباشرة إلى الخلايا المصابة
(د) منع امتصاصه

8. عند تفتيت المادة، فما التغير الذي يحدث لكل من مساحة السطح والحجم؟
(أ) يقل الحجم وتزداد مساحة السطح
(ب) يقل كل من الحجم ومساحة السطح
(ج) يقل الحجم ولا تتغير مساحة السطح
(د) لا يتأثر أيٌّ من الحجم أو مساحة السطح

9. تسهم تكنولوجيا النانو في استدامة الغلاف الحيوي لأنها:
(أ) تعتمد على مواد ملوثة
(ب) تقلل استهلاك الطاقة والمواد
(ج) تنتج نفايات سامة
(د) تستخدم وقودًا أحفوريًا

ثانيًا: أسئلة مقالية

بم تفسر؟

1. تظهر المواد خصائص جديدة عندما تصل لأبعاد نانوية أقل من 100 نانومتر؟

2. تُعد خلايا الوقود الحيوي تطبيقًا حيويًا للطاقة النظيفة؟

3. يزداد نشاط التفاعلات الكيميائية في الجسيمات النانوية مقارنة بالحجم العادي للمادة؟

4. تُستخدم أنابيب الكربون النانوية في تصميم مصاعد الفضاء المستقبلية؟

5. تُعد تكنولوجيا النانو جسرًا بين علم الأحياء والفيزياء والكيمياء لخدمة استدامة البيئة؟

الغلاف الصخري
واستقرار كوكب الأرض وتوازنه

مفهوم الغلاف الصخري

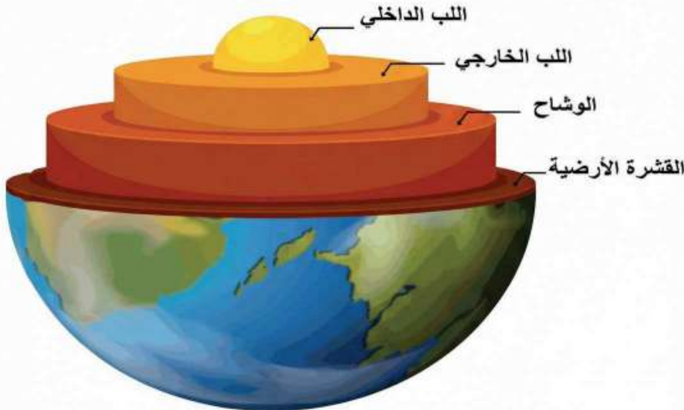
- يمثل **الغلاف الصخري** أحد الأغلفة الرئيسية للأرض.
- يأتي ذلك إلى جانب:
  - **الغلاف المائي**
  - **الغلاف الجوي**
  - **الغلاف الحيوي**



الشكل 1 - أغلفة الأرض

طبيعة الغلاف الصخري

- على الرغم من أن هذا الغلاف يبدو لنا ثابتًا،
- إلا أنه في الحقيقة **غلاف ديناميكي.**
- يتغير مع الزمن بفعل:
  - القوى الداخلية للأرض
  - العمليات الخارجية على سطحها



الشكل ٢ - طبقات الأرض

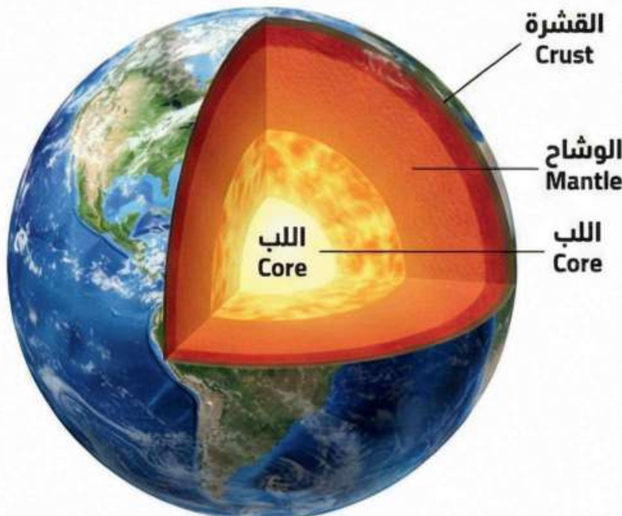
محاور دراسة الغلاف الصخري

- فهم ماهية **الغلاف الصخري.**
- تحديد مكوناته.
- التعرف على كيفية ترتيب طبقاته.
- دراسة تأثير خصائص الصخور والمعادن على:
  - سلوك **الغلاف الصخري**
  - استدامته

نطاقات كوكب الأرض

التقسيم العام

- يتكون كوكب الأرض من ثلاث نطاقات رئيسية.
- تختلف هذه النطاقات في:
  - تركيبها الكيميائي
  - خصائصها الفيزيائية

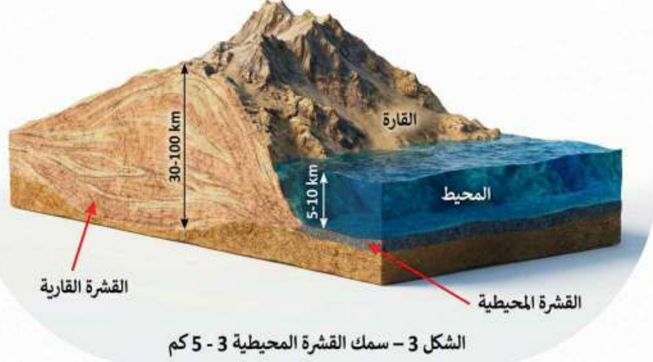


النطاقات الرئيسية

- **القشرة (Crust)**
- **الوشاح (Mantle)**
- **اللب (Core)**

القشرة الأرضية (Crust)

تعريف القشرة الأرضية

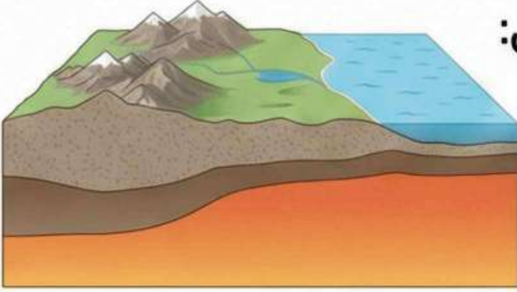


الشكل 3 – سمك القشرة المحيطية 3 - 5 كم

- هي النطاق الخارجي الرقيق من الأرض.
- تشكل حوالي **1% فقط من حجم الكوكب**.
- تنقسم القشرة الأرضية إلى:
  - قشرة قارية
  - قشرة محيطية

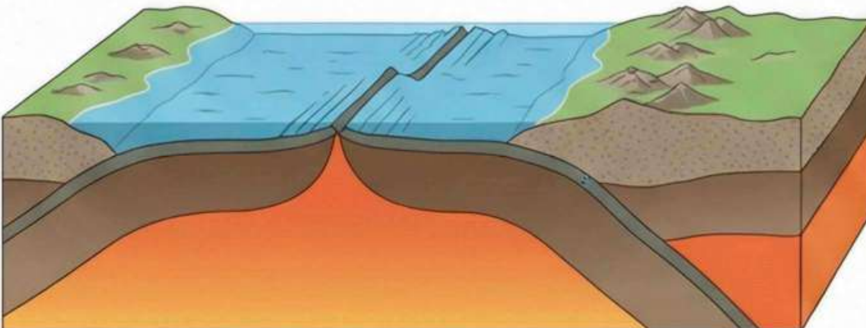
القشرة القارية (Continental Crust)

- **موقعها:** - تمثل الجزء الذي يكون اليابسة على سطح الأرض.
  - يعلوها الغلاف الجوي.
- **تركيبها:** - تتميز بتركيبها الغني بعنصري **السيليكا والألومنيوم**.
  - يُشار إلى هذا التركيب علميًا باسم **"سيال" (Sial)**.
- **خصائصها:** بسبب طبيعة صخورها وتركيبها الكيميائي:
  - فإن كثافتها أقل مقارنة بالقشرة المحيطية.
- يفسر ذلك:
  - ارتفاع القارات
  - وبروزها فوق مستوى سطح البحر



القشرة المحيطية (Oceanic Crust)

- **موقعها:** تقع القشرة المحيطية أسفل قيعان المحيطات والبحار المفتوحة.
- **السمك:** سمكها أقل بكثير من سمك القشرة القارية.
- **تركيبها:**
- لها تركيب غني بالسيليكا والماغنيسيوم.
- يُعرف هذا التركيب باسم **"سيما" (Sima)**.
- يحتوي كذلك على نسبة مرتفعة من:
  - **الماغنيسيوم**
  - **الحديد**
- **خصائصها:**
- تؤدي هذه التركيبة إلى:
  - ارتفاع كثافتها
  - مقارنة بالقشرة القارية



الوشاح (Mantle)

موقع الوشاح وأهميته

- يقع **الوشاح** مباشرة أسفل القشرة الأرضية.
- وهو أكبر نطاقات الأرض كتلةً إذ يشكّل حوالي **67%** من كتلتها الكلية.
- يتكوّن **الوشاح** من صخور غنيّة **بسيليكات الحديد والماغنيسيوم**.
- يؤدّي التغيّر في الضغط ودرجة الحرارة إلى اختلاف في كثافته وخواصه الفيزيائية.

تقسيم الوشاح

- ينقسم **الوشاح** إلى نطاقين يختلفان في الكثافة والخواص الفيزيائية.

الوشاح العلوي

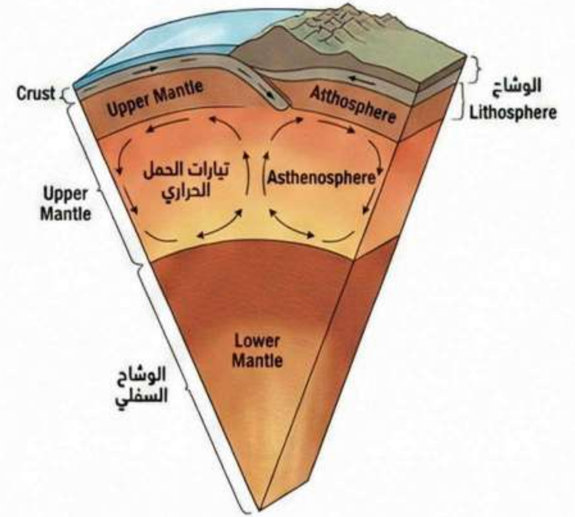
- يتكوّن من جزء علوي صلب.
- يشترك مع القشرة الأرضية في تكوين **الغلاف الصخري**.

الأسينوسفير (Asthenosphere)

- الجزء السفلي من **الوشاح العلوي**.
- يتكوّن من صخور لدنة شبه منصهرة.
- تُسمّى هذه الصخور **الصهير**.
- تسلك سلوك السوائل عالية اللزوجة.

الدور الجيولوجي

- تحدث في هذه المنطقة **تيارات الحمل الحراري**.
- تُعد القوة المحركة لحركة **الصفائح التكتونية**.



الوشاح السفلي (Mesosphere)

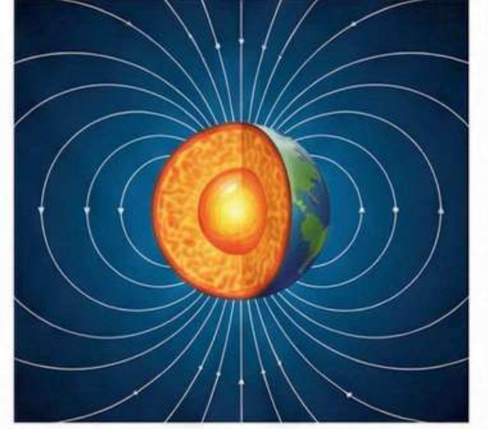
- يمتد إلى أعماق كبيرة بالقرب من **اللب الخارجي**.
- تمتاز صخوره بصلابتها الشديدة نتيجة الضغط الهائل.
- رغم ارتفاع درجة الحرارة، يمنع الضغط الانصهار.
- يتميّز بخصائص فيزيائية تختلف عن **الأسينوسفير**.

اللب (The Core)

تعريف اللب

- يشكّل اللب الجزء الأعمق من الأرض.
- يمثّل نحو **33% من كتلتها الكلية**.
- ينقسم إلى:
  - لب خارجي سائل
  - لب داخلي صلب

اللب الخارجي (Outer Core)

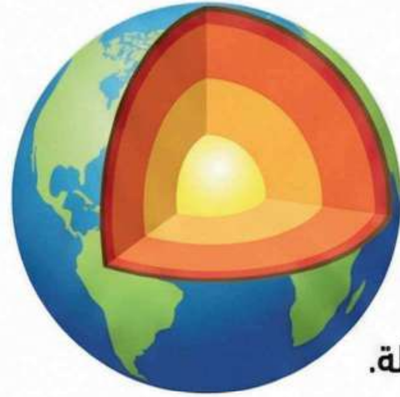


الحالة الفيزيائية
- يُعد نطاقًا سائلًا.
- يتكوّن من **الحديد والنيكل المنصهرين**.

الخصائص الحرارية
- تصل درجة حرارته إلى نحو **5000 ° °C**.

الأهمية الجيولوجية
- تتحرّك المواد المعدنية فيه حركة ديناميكية مستمرة.
- تؤدي هذه الحركة إلى:
  - توليد **المجال المغناطيسي للأرض**
  - حماية الكوكب من:
    - الأشعة الكونية
    - الجسيمات الشمسية الضارة

اللب الداخلي (Inner Core)



الموقع والتركيب
- يمثّل مركز الأرض.
- عبارة عن كرة صلبة شديدة الكثافة.
- يتكوّن من **الحديد والنيكل**.

الحالة الفيزيائية
- يبقى في حالة صلبة.
- وذلك بالرغم من درجات **الحرارة** المرتفعة جدًا.

سبب الصلابة
- نتيجة **الضغط الهائل** الواقع عليه من الطبقات المحيطة.

ما الغلاف الصخري؟

تعريف الغلاف الصخري
- تشكّل القشرة الأرضية والجزء العلوي من الوشاح وحدة جيولوجية تُسمّى **الغلاف الصخري**.
- يُعد الجزء الخارجي الصلب من الأرض.

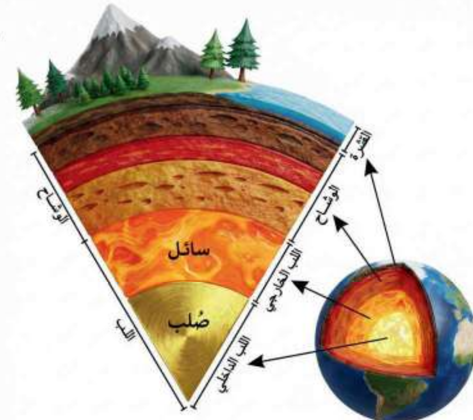
- **حدوده** - يحدّه:
  - الغلاف الجوي
  - الغلاف المائي

  - من أعلى

  وطبقة **الأسينوسفير** من أسفل

- **السمك** - يبلغ متوسط سمكه حوالي **100 km**.

- **أهميته الجيولوجية** - يمثّل الغلاف الصخري **"السطح الجيولوجي"** للأرض.
  - توجد عليه معظم الظواهر الجيولوجية، مثل:
    - تشكّل التضاريس
    - حدوث الزلازل
    - حدوث البراكين



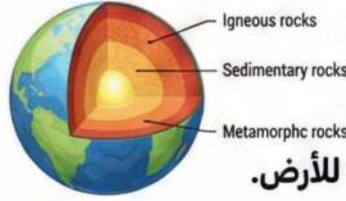
الشكل ٤ – طبقات الأرض والغلاف الصخري

مكونات الغلاف الصخري

يتكون الغلاف الصخري من عدة مكونات، أهمها:

الصخور

- تُعد الصخور المادة البنائية الرئيسية للغلاف الصخري.
- تُصنّف إلى:
  - صخور نارية
  - صخور رسوبية
  - صخور متحولة
- وهي التي تشكّل القشرة الصلبة للأرض.



التربة

- طبقة أساسية من الغلاف الصخري.
- تغذّي النباتات.
- تحتفظ بالعناصر الغذائية.
- وهي حيوية للزراعة والنظام البيئي الطبيعي.



المعادن

- المعادن مواد غير عضوية طبيعية.
- لها تركيب كيميائي وبنية بلورية محددة.
- تمثّل الوحدة البنائية للصخور.
- وهي حيوية للاستخدام في الصناعة والبناء.





الشكل 5 - تأثير الغلاف الصخري على الغلاف الجوي

أهمية الغلاف الصخري لأغلفة الأرض الأخرى

- يُعد الغلاف الصخري الأساس الذي ترتكز عليه بقية أغلفة الأرض.
- يمثّل الجزء الصلب الذي يحمل كل ما فوق القشرة الأرضية.
- يوفّر عمليات فيزيائية وتفاعلات كيميائية تتحكم في:
  - استقرار الكوكب
  - توازنه

تأثير الغلاف الصخري على الغلاف الجوي

دور الصخور في تنظيم الغلاف الجوي

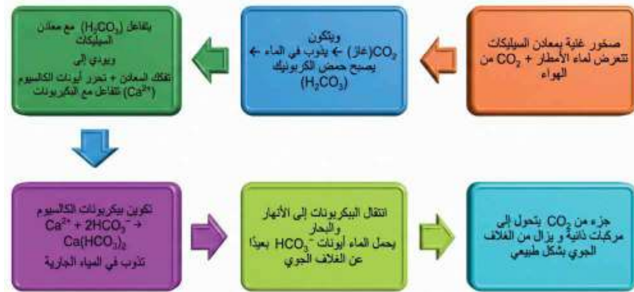
- تعمل الصخور المكوّنة للغلاف الصخري على ضبط تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.
- يتم ذلك من خلال تفاعلات كيميائية تُعرف بعمليات **التجوية الكيميائية**.

التفاعل الكيميائي للصخور السيليكاتية

- عندما تتعرض الصخور السيليكاتية الغنية ببيروكسيد كالسيوم ($CaSiO_3$) مثل البازلت والجابرو:
  - للماء
  - ولثاني أكسيد الكربون
- يحدث تفاعل كيميائي يؤدي إلى تكوين بيكربونات الكالسيوم.
  - مما يسهم في خفض نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء.



$$CaSiO_3 + 2CO_2 + 3H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 + H_4SiO_4$$



الشكل ٧ - مخطط يوضح دور الصخور في ضبط تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي

نقل الكربون من الغلاف الجوي

- عندما يتفاعل CO_2 الذائب في مياه الأمطار مع صخور الغلاف الصخري
  - يتحول جزء منه إلى أيونات البيكربونات HCO_3^-.
  - تذوب هذه الأيونات في الماء.
  - وتحمل الكربون بعيدًا عن الغلاف الجوي.

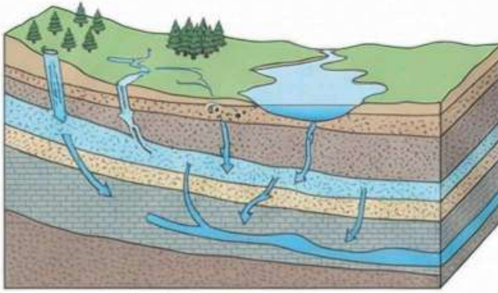
انتقال الأيونات

- تنتقل أيونات البيكربونات عبر الأنهار إلى البحار.
- يمكن أن تترسب لاحقًا على هيئة:
  - كربونات الكالسيوم الصلبة $CaCO_3$.

الدور البيئي طويل المدى

- يوضح هذا المثال دور الغلاف الصخري في تحقيق نوع من **التنظيم الطبيعي** لتركيب الهواء.
- تمثّل عملية التجوية وتكوين أملاح البيكربونات:
  - آلية طبيعية لخفض تركيز غاز CO_2 في الهواء.
- تسهم هذه العمليات في:
  - الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري
  - تحقيق توازن مناخي على المدى الطويل

ثانيًا: تأثير الغلاف الصخري على الغلاف المائي



- تؤثر الصخور على خصائص المياه من خلال ذوبان بعض المعادن فيها.
- عندما يمر الماء عبر طبقات مختلفة من الصخور:
  - يتغير تركيز **الأملاح** والعناصر الذائبة فيه
  - مثل أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم والحديد
- تتم هذه العمليات وفق قوانين **الذوبانية** في الكيمياء.

تفسير اختلاف خصائص المياه الطبيعية



- من خلال قوانين **الذوبانية** يمكن تفسير:
  - اختلاف خصائص المياه الطبيعية من منطقة إلى أخرى
  - سبب كون بعض المياه **"عسرة"** وغنية بأملاح الكالسيوم والماغنيسيوم
- يرجع ذلك إلى:
  - مرور المياه على صخور معينة
- كما يمكن تفسير:
  - دور الغلاف الصخري في تزويد الغلاف المائي بالأملاح والعناصر الضرورية للحياة والصناعة
  - تعتمد كمية المعادن التي تذوب في الماء على عدة عوامل.

عسر الماء (Water Hardness)

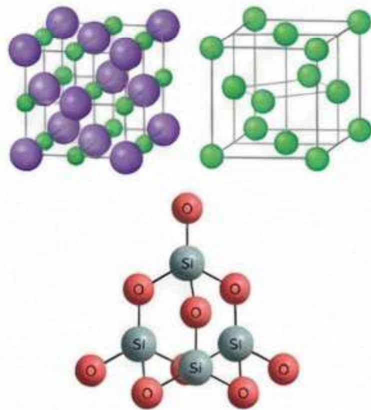
- هي خاصية للمياه ناتجة عن احتوائها على تركيزات عالية من الأيونات الموجبة الشحنة.
- خاصة أيونات:
  - **الكالسيوم** Ca^{2+}
  - **الماغنيسيوم** Mg^{2+}
- يسبب الماء العسر مشاكل عديدة مثل:
  - تقليل فعالية الصابون
  - تكوين رواسب كلسية (قشور) في الغلايات وأنابيب المياه





العوامل المؤثرة في ذوبان المعادن

طبيعة الروابط الكيميائية في المعدن



- **المعادن ذات الروابط الأيونية:**
  - مثل كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) المكوّنة للحجر الجيري
  - تتفكك بسهولة في الماء
  - خاصة عند احتواء الماء على ثاني أكسيد الكربون الذي يحوله إلى ماء حمضي
- **المعادن ذات الروابط التساهمية:**
  - مثل السليكا (SiO_2) في الكوارتز
  - تذوب ببطء شديد
- لذلك:
  - تبقى الصخور السيليكاتية أكثر مقاومة للتجوية

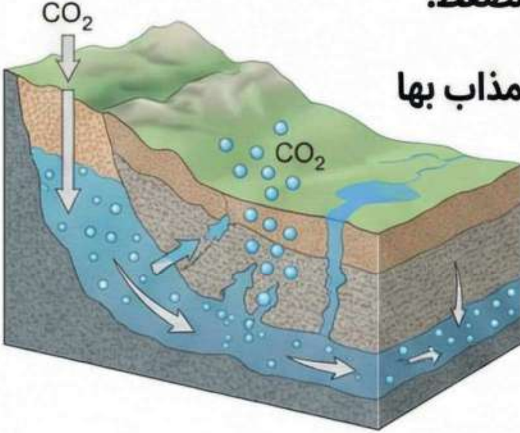
درجة الحرارة

- ترتفع ذوبانية معظم الأملاح والمعادن بارتفاع درجة الحرارة.
- لذلك:
  - تكون المياه الحارة في الينابيع مثلًا قادرة على إذابة معادن أكثر من المياه الباردة
- يفسر ذلك:
  - ظهور رواسب معدنية عند تبريد هذه المياه



الشكل ٨ - الينابيع الحارة

الضغط



- تزداد ذوبانية الغازات، مثل ثاني أكسيد الكربون في الماء بزيادة الضغط.
- على سبيل المثال:
  - تحتوي المياه الجوفية العميقة على نسبة مرتفعة من غاز CO_2 المذاب بها بسبب ارتفاع الضغط الواقع عليها
- يعزز ذلك:
  - قدرة تلك المياه على إذابة العديد من الصخور
  - ويؤدي إلى ارتفاع تركيز أملاح البيكربونات بها

وجود الأحماض في الطبيعة



- يمكن لمياه الأمطار أن تذيب كمية من غاز CO_2 الموجود بالهواء الجوي مكوِّنة حمض الكربونيك الضعيف (H_2CO_3)
- تزيد الأمطار الحمضية من:
  - معدل تكسير الروابط الأيونية في المعادن مثل الكالسيت
- يعمل ذلك على:
  - تشكُّل الكهوف والتجاويف في الحجر الجيري

أثر هذه العوامل على المياه

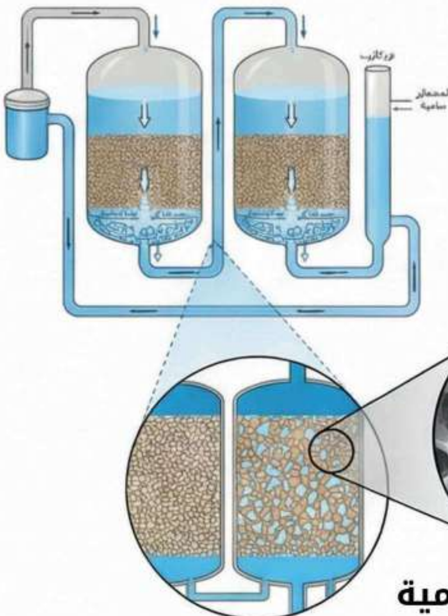
- تؤثر هذه العوامل على ذوبانية المعادن والأملاح في الماء
- ينعكس ذلك مباشرة على:
  - جودة مياه الشرب
  - الزراعة
  - الصناعة



- يمكن أن تُستخدم هذه العوامل في:
  - بعض الأنظمة الصناعية لـ تنقية المياه
  - باستخدام صخور مسامية تعمل كمرشحات طبيعية

تطبيقات حديثة

- تستخدم بعض محطات معالجة المياه اليوم:
  - تقنيات مستوحاة من الطبيعة
  - تعتمد على صخور بركانية مسامية مثل "الزيوليت"
- تعمل هذه الصخور:
  - كمرشحات طبيعية
  - قادرة على احتجاز الشوائب والمعادن الثقيلة داخل مسامها الدقيقة
- أثبتت هذه الصخور فعاليتها:
  - في محطات تنقية حديثة في أوروبا وآسيا
  - حيث ساعدت على تحسين جودة مياه الشرب
  - دون الحاجة إلى مواد كيميائية كثيرة
- يُعد هذا التطبيق مثالاً حيًا على:
  - كيفية تسخير خصائص الغلاف الصخري
  - لحماية الغلاف المائي
  - ودعم الاستدامة

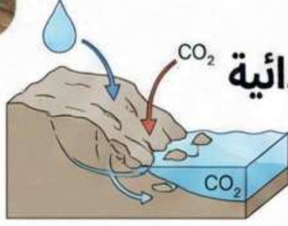


صخور بركانيه مسامية

ثالثًا: تأثير الغلاف الصخري على الغلاف الحيوي



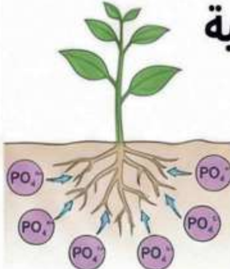
- عندما تتعرض الصخور في الغلاف الصخري لعوامل التجوية، مثل مياه الأمطار، أو تغير درجات الحرارة، أو الأحماض الضعيفة الناتجة عن ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء، تبدأ معادنها في التحلل تدريجيًا.
- تتحول هذه العملية إلى "خط إنتاج طبيعي" للعناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات.



دور الصخور الفوسفاتية



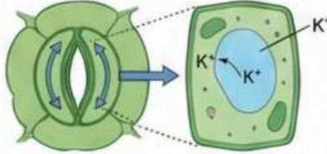
- على سبيل المثال، يحتوي صخر الفوسفات على معادن غنية بالفوسفور.
- عندما تتفكك هذه المعادن كيميائيًا:
  - تُطلق أيونات الفوسفات (PO_4^{3-}) في التربة
  - وهي الصورة التي تستطيع جذور النباتات امتصاصها



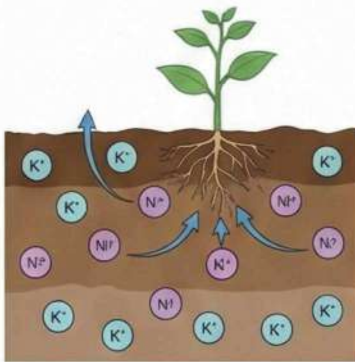
تحلل الفلسبار ودور البوتاسيوم



- وبالمثل، يتحلل معدن الفلسبار الموجود في الجرانيت.
- فيحرر أيونات البوتاسيوم (K^+) التي:
  - تُستخدم في تنظيم فتح وإغلاق الثغور
  - وتدخل في إنتاج الطاقة داخل الخلايا النباتية

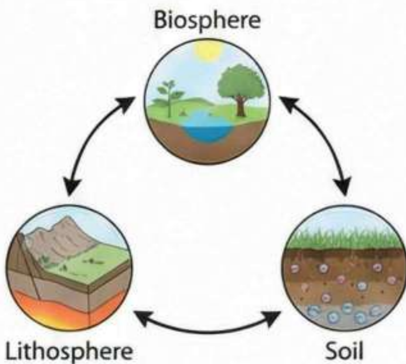


انتقال العناصر إلى النباتات



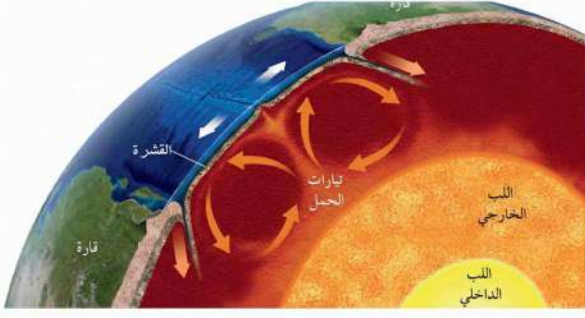
- تحتفظ التربة بهذه الأيونات بين حبيباتها.
- فتكون متاحة للنباتات عبر امتصاص ماء التربة.
- وهكذا:
  - يتحول الغلاف الصخري إلى مستودع طبيعي
  - يغذي الغلاف الحيوي باستمرار

الخلاصة البيئية



- يتم ذلك من خلال سلسلة من التفاعلات الكيميائية البسيطة.
- تجعل العناصر المعدنية في صورة قابلة للامتصاص.
- مما يوضح التكامل بين:
  - الغلاف الصخري
  - الغلاف الحيوي
  - واستدامة النظم البيئية

الصفائح التكتونية ودورها في تشكيل سطح الأرض



الشكل ١١ - تيارات الحمل الحراري في الوشاح

- يتكون الغلاف الصخري من مجموعة كبيرة من القطع الصخرية الضخمة تشبه "ألواحًا" عائمة تسمى **صفائح تكتونية**.
- تتحرك هذه الصفائح ببطء شديد، عدة سنتيمترات في السنة، نتيجة للحرارة الصاعدة من باطن الأرض.
- تدفع هذه الحرارة الصخور الأكثر ليونة أسفل الغلاف الصخري إلى الحركة.

تيارات الحمل الحراري ودورها

- نتيجة **لتيارات الحمل الحراري** خلال الصهير أو الماجما في منطقة **الأسينوسفير** أسفلها، تتحرك الصفائح فوقها كما تتحرك قوارب بطيئة فوق الماء.
- وعلى الرغم من أن سرعة الحركة صغيرة جدًا، إلا أن آثارها كبيرة وواضحة.

أنماط حركة الصفائح التكتونية

تباعدية

انزلاقية

تقاربية

الحركة التباعدية عندما تتحرك صفيحتان مبتعدتان عن بعضهما البعض.

- تتشكل شقوق وفواصل تسمح باندفاع صهارة من باطن الأرض.
- تتكون جبال بركانية أو قاع محيط جديد.
- تتكون أيضًا الأخاديد والوديان مثل الصدع الإفريقي.

الحركة الانزلاقية عندما تنزلق صفيحتان بمحاذاة بعضهما البعض.

- قد تتعثر حركة إحداهما.
- تتجمع طاقة تنطلق فجأة على هيئة هزات أرضية.
- تحدث زلازل متكررة مدمرة محدثة صدوع مثل صدع **سان أندرياس** بالولايات المتحدة الأمريكية.

الحركة التقاربية في حالات أخرى، قد تتصادم الصفائح ببعضها البعض.

- ينضغط الصخر وترتفع طبقاته.
- تتكون سلاسل جبلية شاهقة مثل جبال الهيمالايا.

آثار حركة الصفائح في حياتنا اليومية



- تظهر آثار هذه الحركات في حياتنا اليومية بطرق متعددة.
- فالمناطق الجبلية التي نراها اليوم كانت يومًا ما مناطق شبه مستوية قبل أن ترفعها حركة الصفائح.
- الوديان الساحلية اتسعت بسبب ابتعاد الصفائح البحرية.
- تتجدد الجزر البركانية نتيجة اندفاع الصهارة عبر شقوق الصفائح.

الدور الجيولوجي المستمر



- تعمل حركة الصفائح التكتونية كأداة طبيعية.
- تعيد تشكيل سطح الأرض باستمرار.
- وتحافظ على توازنه الجيولوجي.

تقييم الدرس الأول

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة:

- أي من العوامل التالية له التأثير الأكبر على سرعة تجوية الصخور التي تحتوي على معدن الكربونات؟
  - ارتفاع كثافة الصخور
  - ارتفاع ملوحة المياه خلالها
  - زيادة تركيز CO_2 في مياه الأمطار
  - ارتفاع درجة حرارة الهواء

- إذا وُجدت منطقة تحتوي على طبقات رقيقة من الحجر الجيري مع تجاويف وكهوف، فإن ذلك يشير إلى أن ....
  - الحجر الجيري ذو صلابة مرتفعة
  - الحجر الجيري تعرض لتجوية كيميائية
  - التربة بهذه المنطقة فقيرة بالعناصر المعدنية
  - ذوبانية الحجر الجيري في الماء منخفضة

- عندما تصطدم صفيحتان تكتونيتان متقابلتان، فإن النتيجة الأكثر احتمالًا هي ....
  - تكون وديان بحرية جديدة
  - ارتفاع الصخور وتكوين سلاسل جبلية
  - انتشار الحمم البركانية على مساحات واسعة
  - انخفاض تركيز العناصر المعدنية في التربة

- أي من العناصر التالية يتحرّر بصورة أساسية من الصخور بسبب التجوية، ويُستخدم مباشرة في بناء الجزيئات الحيوية للنباتات؟
  - الحديد
  - البوتاسيوم
  - الألومنيوم
  - السيليكا

- تُستخدم الصخور البركانية المسامية لمعالجة المياه في بعض المحطات، وذلك لأنها ....
  - تزيد من لزوجة الماء
  - تمتص منه الشوائب والمعادن الثقيلة
  - تمنع تسرب المياه إلى أعماق الغلاف الصخري
  - تحول الماء إلى حمض الكربونيك

تقييم الدرس الأول

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة:

- أي من الآتي يوضح العلاقة بين خصائص الصخور وظهور الزلازل؟
  - الصخور الأكثر صلابة تفرغ الطاقة الزلزالية بسرعة
  - الصخور الهشة تتعرض للانكسار عند تراكم الطاقة على طول صدوع ضعيفة
  - الصخور الغنية بالسيليكا تمنع الزلازل
  - الصخور الكربوناتية تقلل من قوة الموجات

- دور الغلاف الصخري في الغلاف الحيوي يشمل:
  - توفير الأكسجين مباشرة للنباتات
  - إنتاج العناصر المعدنية الضرورية لنمو النباتات
  - زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو
  - منع المياه من التسرب إلى التربة

- أي من التطبيقات الصناعية التالية يُظهر استغلال خصائص الغلاف الصخري؟
  - استخدام الحجر الجيري في صناعة الأسمنت
  - تكوين الكربون العضوي في النباتات
  - زيادة سرعة الرياح على الجبال
  - امتصاص الأوزون في الغلاف الجوي

ثانيًا: أسئلة مقالية

بم تفسر؟

- الصخور التي تتكون من أملاح الكربونات مثل الحجر الجيري تتكون فيها كهوف وتجاويف أكثر من الصخور التي تتكون من السيليكا؟
- التجوية الكيميائية للصخور تلعب دورًا في إمداد النباتات بالعناصر المعدنية الضرورية لنموها؟
- ظهور سلاسل جبلية في مناطق تصادم الصفائح التكتونية، بينما لا تظهر في مناطق تباعدها؟
- استخدام الصخور المسامية مثل الزيوليت في تنقية المياه بدلًا من المواد الكيميائية الصناعية؟

المواد المكوّنة للغلاف الصخري ودورها في استقرار الأرض واستمرارها

تتفاعل المعادن التي تكون الصخور مع الماء والهواء والكائنات الحية بطرق دقيقة، فتؤدي إلى:
-تكوين التربة،
-وتحرير العناصر الغذائية،
-وتسهيل حركة المياه والغازات.
من خلال دراسة المواد المكوّنة للغلاف الصخري، نستطيع فهم كيف يظل **الغلاف الصخري** متوازنًا ومستمرًا في أداء دوره الحيوي والهندسي على الأرض.

يتكوّن **الغلاف الصخري** من معادن ترتبط كيميائيًا معًا لتشكّل صخورًا.
يُطلق مصطلح **المعدن** في علم الجيولوجيا على:
-المادة الصلبة الموجودة في الطبيعة،
- لها تركيب كيميائي ثابت أو شبه ثابت،
-بنية بلورية منتظمة.
وتختلف المعادن والصخور عن بعضها وفقًا للخصائص الآتية:

١- الصلادة (Hardness)

تعريف الصلادة
الصلادة خاصية فيزيائية تعبّر عن مدى مقاومة المعدن أو الصخر للخدش، وتحدّد الصلادة بعض استخدامات المعدن.
مقياس موهس
تُقاس الصلادة غالبًا بـ **مقياس موهس (Mohs)**، الذي يرتّب المعادن من (1 إلى 10)، حيث:
- تمثّل القيمة (1) الأقل صلادة أي الأسهل خدشًا،
- تمثّل القيمة (10) الأصلد أي الأصعب خدشًا.



الشكل ١٣: تعرّف درجة الصلادة

مثال تطبيقي
يُعدُ **الكوارتز** معدنًا ذا صلادة مرتفعة (حوالي 7 على مقياس موهس)، لذلك يقاوم الخدش ويُستخدم في صنع أدوات زجاجية وأجزاء مقاومة للتآكل. بينما **الجبس** معدن لين جدًا (صلادته ≈ 2).

تأثير الصلادة في السلوك الميكانيكي للصخور

- تؤثر **الصلادة في السلوك الميكانيكي للصخور**، فالصخور التي تحتوي معادن ذات صلادة مرتفعة (مثل بعض أنواع **الرمل الحجري والجرانيت**) تكون **أكثر مقاومة لعوامل التعرية** مقارنة بالصخور التي تحتوي معادن لينة (مثل **الحجر الجيري الغني بالكالسيت**).
- لذلك، في مجال **البناء والتشييد**، تُستخدم مواد عالية الصلادة مثل **الجرانيت** خاصة في المناطق كثيفة الحركة، مثل:
  - المتاجر الكبرى
  - المستشفيات
  - محطات القطارات



شكل ١٤: مواد عالية الصلادة

الصلادة في التماثيل المصرية القديمة

توضح الصور التالية بعض **التماثيل المصرية القديمة** ودرجة صلادة المعادن المكونة للصخور المصنوعة منها وفقًا لمقياس **موهس**.



تمثال أبو الهول (الصخر: حجر جيري، الصلادة: 3 – 4)



تمثال أمنحتب الثالث (الصخر: الألباستر، الصلادة: 2.5 – 3)



تمثال خفرع (الصخر: ديوريت، الصلادة: 7)



تمثال رمسيس الثاني (الصخر: جرانيت أحمر، الصلادة: 6 – 7)

اختبار درجة صلادة بعض الصخور

الأدوات:



- عينات من صخور مختلفة: جرانيت – حجر جيري – حجر رملي – جبس – أو عينات أخرى.
- مسمار حديدي – قطعة نقود معدنية – ظفر اليد.

الخطوات:

1. حاول خدش كل عينة من الصخور بظفرك (صلادته ≈ 2.5).
2. حاول خدش كل عينة من الصخور بقطعة النقود (صلادته ≈ 3).
3. حاول خدش كل عينة من الصخور بالمسمار (صلادته ≈ 4.5).
4. سجل ملاحظاتك بوضع (نعم) أو (لا) في جدول كالتالي:

تسجيل النتائج:

هل تم خدش العينة بواسطة ....

	الجرانيت	الحجر الجيري	الحجر الرملي	الجبس
1. الظفر؟				
2. قطعة النقود؟				
3. المسمار؟				

سؤال:

في ضوء النتائج، ما ترتيب العينات وفقاً لدرجة الصلادة من الأعلى إلى الأقل؟

٢- اللون والبريق (Color and Luster)

اللون

- قد يساعد اللون في التعرف على بعض المعادن، فمعدن المالاكيت مثلاً يظهر بلون أخضر واضح.
- لكن لايمكن الاعتماد على لون المعدن بمفرده للتعرف عليه.
- فقد تشترك معادن مختلفة في لون واحد.

البريق

- أما البريق فيقصد به مدى انعكاس الضوء عن سطح المعدن.
- فقد يكون للمعدن لمعان معدني (كالذهب).
- أو مظهر زجاجي (كالكوارتز).
- أو سطح مطفأ (كالبازلت المتفحم).


الشكل 15- المالاكيت أخضر اللون


الشكل 16- الكوارتز له مظهر زجاجي


الشكل 17- البيريت (ذهب الحمقى)

توضيح

- يُعرف معدن البيريت بـ"ذهب الحمقى" حيث يظهر لمعاناً معدنياً ذهبياً، لكنه يختلف عن الذهب الحقيقي في التركيب والكثافة.
- كذلك، معدن الكالسيت له مظهر زجاجي حتى لو تنوعت ألوانه.
- فقد يكون شفافاً أو معتماً.
- لذلك يستخدم اللون والبريق مع خواص أخرى (مثل الصلادة، والانقسام، والتفاعل مع الأحماض المخففة) للتعرف على المعدن بدقة.

٣- الوزن النوعي (Specific Gravity)

تعريف

- الوزن النوعي (أو الكثافة النسبية) هو نسبة كتلة حجم معين من مادة إلى كتلة نفس حجمها من الماء عند درجة حرارة 4°C.

الدلالة

- الوزن النوعي للمعدن مؤشر لما يحتويه من عناصر ثقيلة أو عالية الكثافة.
- فالمعادن الغنية بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص أو الفضة لها أوزان نوعية كبيرة.
- مثل: معدن الجالينا (كبريتيد الرصاص).
- بينما المعادن الخفيفة كالفلسبار تكون لها أوزان نوعية منخفضة.


الشكل 18- الجالينا له وزن نوعي كبير نسبياً

التطبيقات

- في التطبيقات الهندسية والجيولوجية، يتم ملاحظة ثقل العينات الصخرية عند فحصها.
- فالحديد والمعادن الموجودة في الصخور البركانية تمنحها كثافة نسبية أعلى من الصخور الرملية الخفيفة.
- ويساعد تحديد الوزن النوعي للصخور عند مواقع البناء في تحديد تركيب طبقات الأرض عند الحفر أو المسح الجيوفيزيائي.

٤- الانقسام والمكسر (Cleavage and Fracture)

٤.١ مفهوم الانقسام

الانقسام هو قابلية المعدن للانقسام على امتدادات بلورية محددة، تعكس بنية الروابط داخل البلورة.
- يظهر الانقسام كأسطح ناعمة ومتماثلة عند كسر المعدن.
- يعتمد اتجاه الانقسام على الترتيب الذري الداخلي.

٤.٢ مفهوم المكسر

أما **المكسر**: - فهو نمط الكسر عندما لا يتبع المعدن امتدادات بلورية محددة.
- تنتج أسطح مكسّرة غير منتظمة.

مثال:
- المكسر الصدفي.

٤.٣ أمثلة على الانقسام والمكسر

أولًا: الميكا (mica) - تظهر انقسامًا ممتازًا جدًا في اتجاه واحد.
- لذلك تنفصل رقائقها بسهولة إلى أوراق رقيقة.

ثانيًا: الفلسبار (feldspar) - يظهر انقسامًا في اتجاهين أو ثلاثة.
- بزوايا محددة وواضحة.

ثالثًا: الكوارتز - ينكسر مكسرًا صدفيًا (conchoidal fracture) - ولا يظهر انقسامًا واضحًا.



الشكل ٢٠: الفلسبار



الشكل ١٩: الميكا

٤.٤ الأهمية الهندسية للانقسام والمكسر

من الناحية الهندسية: - معرفة الانقسام أو نمط المكسر مفيد جدًا في التعرف على نوع المعدن.

عند استخدام صخور تحتوي على معادن ذات انقسام واضح:
- في تشييد جدران المحاجر أو مواقع البناء
- قد يؤدي تعرضها للإجهاد الميكانيكي إلى:

1. انفصالها إلى طبقات
2. أو تفتتها
3. مما يزيد من احتمالية حدوث انهيارات أو انزلاقات

٥- التركيب الكيميائي (Chemical Composition)

٥.١ مفهوم التركيب الكيميائي

يُقصد **بالتركيب الكيميائي** للمعدن أو الصخر: تحديد أنواع العناصر الداخلة في تركيبه، وتحديد نسب وجود هذه العناصر. تُصنَّف المعادن إلى مجموعات رئيسية بناءً على تركيبها الكيميائي، من أهمها:

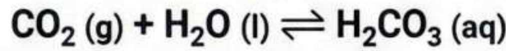
1. مجموعة **السليكات** (Silicates)
2. مجموعة **الكربونات**
3. مجموعة **الكبريتيدات**
4. مجموعة **الأكاسيد**

٥.٢ السليكات والكربونات

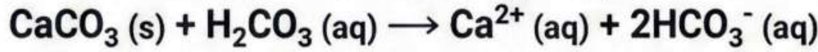
تشكّل **السليكات** معظم صخور القشرة الأرضية، وتتميز عادةً بصلابة جيدة. أما **الكالسيت**: يوجد في الحجر الجيري، تركيبه الكيميائي هو **كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)**، ويذوب جزئيًا في الأحماض الضعيفة.

٥.٣ التفاعل الكيميائي للكربونات

عند وجود **ثاني أكسيد الكربون (CO_2)** مذابًا في الماء: يتكوّن **حمض الكربونيك**، ويحدث تفاعل يؤدي إلى انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون.



$$CO_2\,(g) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons H_2CO_3\,(aq)$$



$$CaCO_3\,(s) + H_2CO_3\,(aq) \longrightarrow Ca^{2+}\,(aq) + 2HCO_3^-\,(aq)$$

تنتقل أيونات Ca^{2+} وأيونات HCO_3^- إلى المحلول المائي.

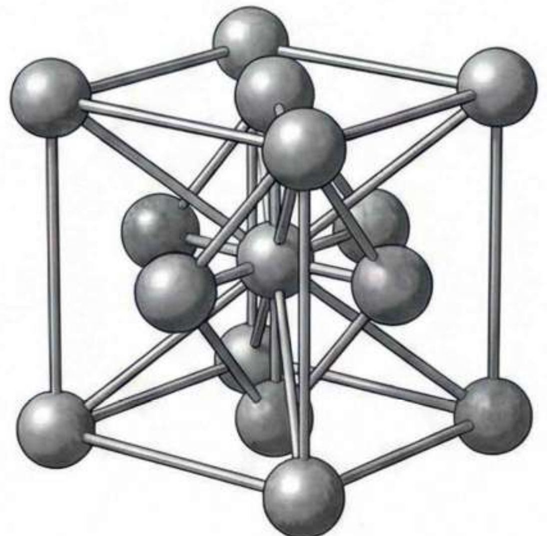
٥.٤ الأهمية الجيولوجية للتفاعل

يُستخدم **اختبار التفاعل مع الأحماض المخففة**: للتعرّف على الصخور التي تحتوي على مجموعات الكربونات.
المعادن التي تنتمي إلى مجموعة **السليكات**: مثل الفلسبار والكوارتز أكثر مقاومة للذوبان في الأحماض الضعيفة.
لذلك: تحتفظ التربة والرواسب الصخرية بمعادن الفلسبار والكوارتز لفترات زمنية طويلة.

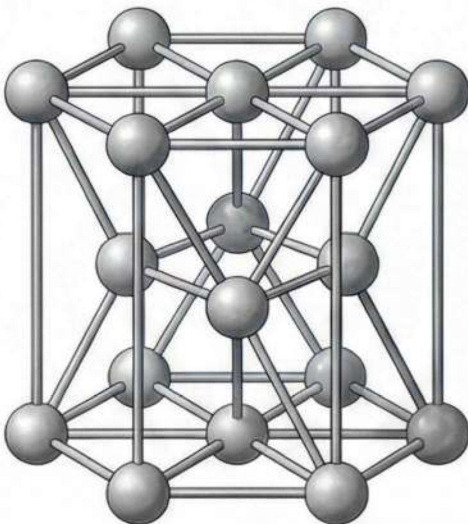
الموارد المعدنية في الغلاف الصخري

٦.١ المعادن وبناء الغلاف الصخري

يتكوّن الغلاف الصخري للأرض أساسًا من المعادن. المعادن هي اللبنات الأساسية التي تتشكّل منها معظم الصخور.
تعريف المعدن: مادة صلبة طبيعية، غير عضوية، ذات تركيب كيميائي محدد.



الشكل ٢٢: الشبكة البلورية للحديد



الشكل ٢١: الشبكة البلورية للماغنسيوم

المواد المكوِّنة للغلاف الصخري ودورها في استقرار الأرض واستمرارها

تكوّن المعادن في القشرة الأرضية

تتشكل المعادن داخل القشرة الأرضية من خلال عمليات جيولوجية مختلفة، من أهمها:
1. تبلور الصهارة عند تبريدها.
2. ترسب الأملاح عند تبخر المياه.
3. تعرض الصخور لضغط وحرارة كبيرين يؤديان إلى إعادة ترتيب الذرات.

يؤدي تنوع ظروف التكوّن إلى وجود أكثر من 4000 معدن معروف على الأرض، ويكوّن عدد محدود منها الجزء الأكبر من صخور الغلاف الصخري.

دور المعادن في استقرار الأرض

تلعب المعادن دورًا أساسيًا في استقرار الأرض واستمراريتها من خلال:
- إكساب الصخور **الصلابة والتماسك**.
- المساهمة في بناء **القارات والجبال**.
- تحديد خصائص التربة.
- دعم العمليات الطبيعية مثل: دورة الصخور وحركة الصفائح التكتونية.

يسمح تنوع المعادن الكيميائي والفيزيائي بتوزيع مختلف للعناصر داخل القشرة الأرضية.

أهمية المعادن في حياة الإنسان

يمتد تأثير المعادن إلى حياة الإنسان اليومية بشكل مباشر، حيث تدخل في عدد واسع من الصناعات الحديثة.

معدن الكوارتز

يمتلك معدن **الكوارتز** أهمية كبيرة في التكنولوجيا الحديثة بسبب:
1. خاصية بلوراته الفريدة في التذبذب بمعدل ثابت عند تعرضها لفرق جهد كهربي.
2. استخدام هذه الخاصية في صناعة الساعات الدقيقة.

كما يدخل **الكوارتز** في:
- صناعة الهواتف المحمولة.
- أجهزة الملاحة (Global Positioning System (GPS).

تُستخدم هذه الأجهزة في:
- ضبط الإشارات الإلكترونية.
- توفير توقيت دقيق لنقل البيانات.
- ضمان تزامن المكالمات والرسائل ومواقع الخرائط بدقة عالية.





الشكل ٢٣: أجهزة تحديد الموقع بالقمر الصناعي GPS

الموارد المعدنية في الغلاف الصخري وتطبيقاتها الحديثة

عنصر الحديد

يُستخرج الحديد من خامات مثل **الهيماتيت** و**الماجنيتيت**، ويُستخدم في تصنيع الهياكل المعدنية والآلات الثقيلة. وقد أصبح عنصرًا أساسيًا في **التكنولوجيا الحديثة** و**الطاقة المتجددة**، حيث يُستخدم الحديد في:

1. تصنيع السيارات الكهربائية.
2. تصنيع القطارات عالية السرعة.
3. تقليل الانبعاثات الكربونية.
4. تحقيق مستقبل أكثر استدامة.
5. صناعة توربينات الرياح العملاقة التي تشكّل هياكلها المعدنية العمود الفقري لقدرتها على إنتاج الكهرباء النظيفة.



الشكل ٢٤: القطار عالي السرعة



الشكل ٢٥: توربينات الرياح

مصر على خطى المستقبل

تمضي مصر بخطى سريعة نحو **التكنولوجيا الحديثة**، حيث افتتحت مؤخرًا مشروع **القطار الكهربائي السريع** كجزء من خطة إنشاء شبكة سكك حديدية كهربائية فائقة السرعة بطول حوالي ٢٠٠٠ كم.

ويهدف المشروع إلى:

1. نقل الأفراد والبضائع.
2. ربط مدن البحر الأحمر والمتوسط.
3. تعزيز الربط بين مناطق الإنتاج وموانئ التصدير.
4. دعم التنمية الاقتصادية والعمرانية في أنحاء الجمهورية.

المعادن في مجال الطب

تلعب المعادن دورًا محوريًا في **تصنيع الأدوية والمعدات الطبية**، مثل:

1. **مركبات الكالسيوم والحديد:**
- تُعد مكونات رئيسية في إنتاج المكملات الغذائية
- تُستخدم لتعويض نقص المعادن في الجسم.

2. **التيتانيوم:**
- يُستخدم في زراعة العظام والمفاصل الصناعية
- يمتاز بقدرته على الاندماج مع أنسجة الجسم
- لا يرفضه الجهاز المناعي
- يتمتع بمتانة عالية رغم خفة وزنه.

3. **الكوبالت:**
- يلعب دورًا محوريًا في إنتاج بطاريات أيون الليثيوم
- يُستخدم في المضخات الطبية الذكية
- يدخل في الأجهزة القابلة للارتداء
- يتيح مراقبة صحة المرضى لحظة بلحظة.

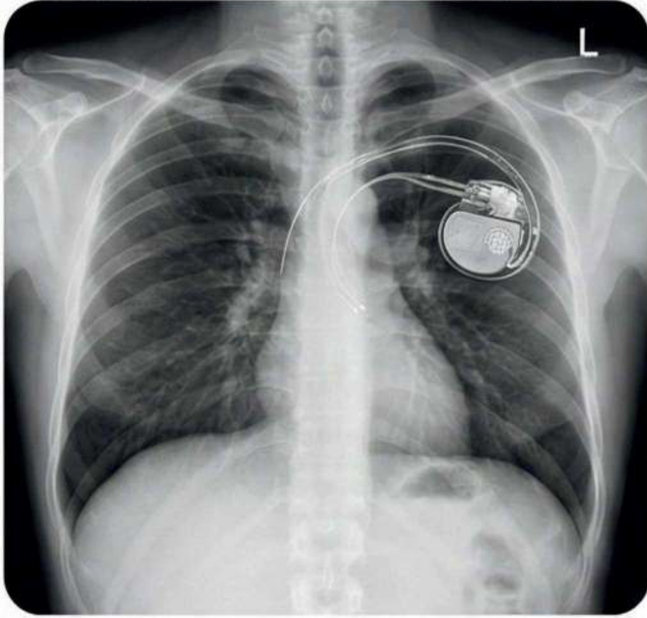


الشكل ٣٦: طرف صناعي

تطبيقات المعادن في المجال الطبي والتقني

استخدام العناصر الأرضية النادرة في الطب

- تُستخدم سبائك من **العناصر الأرضية النادرة** مثل سبيكة **النيوديميوم – الحديد – البورون** (Nd–Fe–B) في صناعة أقوى **المغناطيسات الدائمة** في العالم.
- تعتمد أجهزة **التصوير بالرنين المغناطيسي** (MRI) على هذه المغناطيسات القوية.
- تُولّد هذه المغناطيسات **مجالات مغناطيسية هائلة** تساعد على تصوير أعضاء الجسم من الداخل بوضوح شديد ودقة عالية دون الحاجة إلى تدخل جراحي.



الشكل ٣٧: أشعة إكس تُظهر جهاز تنظيم ضربات القلب داخل الجسم

الجسيمات النانوية في علاج السرطان

- تُستخدم **جسيمات نانوية** من **الذهب** و**الفضة** في توصيل الأدوية مباشرة إلى الخلايا المصابة بالسرطان.
- يساهم ذلك في:
  - زيادة دقة العلاج
  - تقليل الأضرار الجانبية
  - حماية الخلايا السليمة

الليثيوم وتخزين الطاقة الحديثة

- يُطلق على **الليثيوم** لقب "**نفط القرن الحادي والعشرين**".
- يُعد أخف المعادن على سطح الأرض، ويتميز بقدرته الكبيرة على **تخزين الطاقة** لفترات طويلة وإطلاقها بكفاءة عالية.
- يدخل معدن **الليثيوم** في صناعة بطاريات الأجهزة الطبية المحمولة مثل:
  - أجهزة تنظيم نبضات القلب
  - أجهزة قياس السكر الدقيقة
- كما يوجد داخل:
  - بطاريات الهواتف الذكية
  - الساعات الرقمية
  - الحواسيب المحمولة
  - السيارات الكهربائية
  - الطائرات المسيّرة
  - الأقمار الصناعية

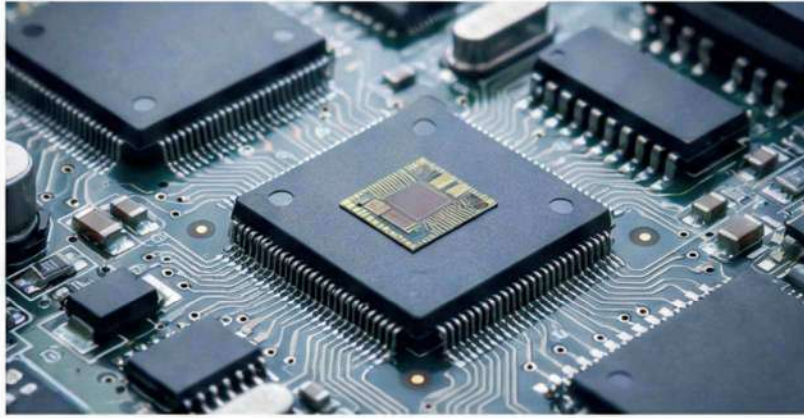


الشكل ٣٨: بطاريات الليثيوم

المعادن ودورها في التطور التكنولوجي واستمرارية الغلاف الصخري

معدن السيليكون وتطبيقاته الحديثة

1) يوجد معدن **السيليكون** وهو عنصر يُستخرج من الرمل، ولكنه يُعدّ من أهم المعادن التي غَيّرت شكل حياتنا الحديثة.
2) يُعد السيليكون المكوّن الرئيس في تصنيع الشرائح الإلكترونية (**الرقائق الدقيقة**) داخل الحواسيب والهواتف الذكية.
3) يتميز السيليكون بقدرته على التحكم في مرور **التيار الكهربائي** في الدوائر الإلكترونية.
4) يجعل ذلك السيليكون أساس عمل المعالجات والدوائر الإلكترونية.
5) يُستخدم أيضًا في صناعة **الألواح الشمسية** التي تحوّل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية نظيفة.



الشكل 39: شرائح إلكترونية

أهمية الغلاف الصخري كمصدر للموارد المعدنية

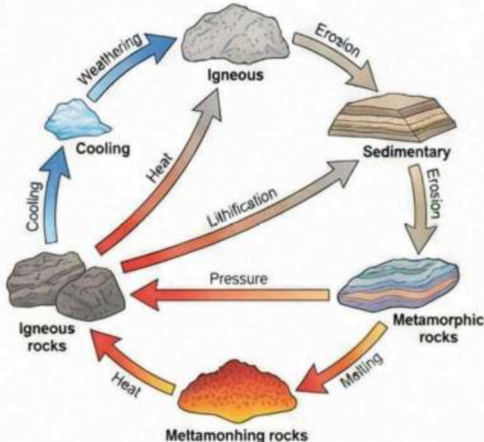
1) يمثل الغلاف الصخري خزانًا طبيعيًا غنيًا بالموارد المعدنية.
2) لا تقتصر أهمية هذه الموارد على تشكيل سطح الأرض فحسب.
3) بل تتجاوز ذلك لتصبح جزءًا أساسيًا من التطور الصناعي والتكنولوجي والطبي في العالم.

كيف تتحرك مواد الغلاف الصخري وتعيد تشكيل نفسها باستمرار؟

1) تتكون الصخور في الأساس من المعادن التي دُرست خصائصها سابقًا.
2) رغم أن الصخور تبدو للوهلة الأولى كيانات ثابتة لا تتغير.
3) إلا أنها في الحقيقة جزء من منظومة ديناميكية مستمرة تُعرف باسم **دورة الصخور**.

دورة الصخور والقوى المؤثرة فيها

1) في كل لحظة، تقوم **الحرارة** و**الضغط** و**الماء** و**الرياح** و**القوى الداخلية للأرض** بإعادة تشكيل المعادن والصخور.
2) تتحول الصخور من نوع إلى آخر في رحلة طويلة.
3) قد تستغرق هذه الرحلة آلاف أو ملايين السنين.



دورة الصخور

بداية دورة الصخور

1) تبدأ الدورة غالبًا **بالصخور النارية** التي تتكون نتيجة تبريد الصهارة في باطن الأرض أو الحمم البركانية على السطح.
2) مع تعرض هذه الصخور لعوامل الرياح والمطر وتغير درجات الحرارة، تتفتت إلى رواسب صغيرة تنقلها المياه أو الرياح لتستقر في البحار والأنهار.

تكوّن الصخور الرسوبية

1) مع تراكم هذه الرواسب وضغطها عبر الزمن، تتحوّل إلى **صخور رسوبية**.
2) تمثل هذه الصخور سجلًا زمنيًا لتراكم الرواسب عبر ملايين السنين.

الصخور المتحولة ودور الصفائح التكتونية

1) مع استمرار حركة الصفائح التكتونية، قد تُدفع الصخور الرسوبية إلى أعماق كبيرة.
2) ترتفع درجة الحرارة والضغط إلى مقادير هائلة.
3) تبدأ المعادن المكوّنة لها بالتغير دون أن تنصهر.
4) تتحول الصخور إلى **صخور متحولة** ذات خصائص جديدة تمامًا نتيجة إعادة ترتيب الحبيبات المعدنية.

صخور رسوبية
انصهار
صهير (ماجما)
تبلر
انصهار
صخور نارية
صخور متحولة
تعرية وترسيب
انصهار
ضغط ودرجة حرارة
تعرية وترسيب
ضغط ودرجة وحرارة
انصهار

الشكل ٣٠ - دورة الصخور

الانصهار وعودة الصهارة

1) مع زيادة العمق وارتفاع درجات الحرارة بدرجة كافية، قد تصل الصخور المتحولة أو الرسوبية إلى مرحلة الانصهار التام.
2) تعود إلى حالة الصهارة من جديد.
3) وهكذا تبدأ الدورة مرة أخرى.

مظاهر دورة الصخور في الطبيعة من حولنا

1) يمكنك رؤية أجزاء من هذه الدورة في الطبيعة حولك.
2) عندما ترى طبقات متتالية من الصخور في الجبال أو الطرق الجبلية، فهذه تمثل تراكم الرواسب عبر ملايين السنين.
3) وتُعتبر المنتجات الصناعية مثل الرخام المستخدم في المباني مثالًا لصخور متحولة نشأت من الحجر الجيري تحت تأثير الحرارة والضغط.



الشكل 31: صخور رسوبية



الشكل 32: قطعة من الرخام الخام

دورة الصخور في حياتنا اليومية

1) حتى الزجاج الذي نستخدمه يوميًا يعتمد على الرمال المكوّنة من معادن السيليكا الناتجة عن تكسّرِ الصخور.
2) وهكذا تُظهر دورة الصخور كيف يعمل الغلاف الصخري كوحدة متكاملة.
3) يعيد تشكيل مواده باستمرار.
4) يضمن استقرار الأرض واستمرارية مواردها على مدى العصور.

تقييم الدرس الثاني

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد
اختر الإجابة الصحيحة:

1. أي العوامل التالية يمكن أن يغير نوع الصخر دون تغير في تركيبه الكيميائي؟
أ) الانصهار التام ب) التبريد السريع ج) الضغط ودرجة الحرارة المرتفعة د) التجوية الكيميائية

2. معدن يتميز بقدرته على قطع الزجاج والصناعات الدقيقة. هذا الوصف يشير إلى خاصية ....
أ) اللون ب) الصلادة ج) الانفصام د) البريق

3. إذا تحولت الصخور الرسوبية إلى صخور متحولة، فإن ذلك يدل على أن الصخور ....
أ) تعرضت لعوامل التجوية فقط ب) انصهرت ثم بردت
ج) تعرضت لضغط ودرجة حرارة مرتفعة دون انصهار د) تحولت مباشرة إلى صخور نارية

4. أي مما يلي يفسر استخدام معدن التيتانيوم في المفاصل الصناعية؟
أ) كثافته العالية ب) لونه الفضي اللامع ج) مقاومته للتآكل ومتانته العالية د) سهولة انصهاره

5. وجود بلورات كبيرة داخل صخر ناري يدل غالبًا على أن الصخر ....
أ) برد ببطء في باطن الأرض ب) تعرض للتجوية الميكانيكية
ج) تكون من بركان سريع الانفجار د) ترسبت طبقاته في قاع البحر

6. أي العمليات التالية تعد بداية تكوين الصخور الرسوبية؟
أ) الانصهار ب) التجوية والتعرية ج) التبلور من الصهارة د) إعادة ترتيب المعادن

7. معدن يدخل في صناعة بطاريات الهواتف الذكية والسيارات الكهربائية، ويتميز بخفة وزنه وقدرته على تخزين الطاقة بكفاءة ....
أ) النحاس ب) الليثيوم ج) الحديد د) البوكسيت

8. عند دراسة صخر يحتوي على طبقات واضحة وحبيبات مختلفة الحجم، يمكننا الاستنتاج أن هذا الصخر تشكل نتيجة ....
أ) ترسيب الرواسب عبر زمن طويل ب) تغير المعادن تحت حرارة شديدة
ج) انصهار الصخر القديم د) تبريد سريع للصهارة

ثانيًا: أسئلة مقالية
بم تفسر؟

1. اختلاف الصخور في خصائصها رغم أنها تتكون من معادن مشتركة؟

2. اعتبار المعادن أساسًا للصناعات الحديثة كالطب والتكنولوجيا؟

3. دورة الصخور عملية مستمرة رغم اختلاف الأزمنة الجيولوجية؟

4. الصخور المتحولة لا تحتوي عادة على حفريات؟

الغلاف الصخري واستدامة موارد الطاقة

يُعدّ الغلاف الصخري مصدرًا لمجموعة كبيرة من موارد الطاقة، سواء **المتجددة أو غير المتجددة**، والتي تغطي جزءًا كبيرًا من الاحتياجات العالمية للطاقة. يشمل ذلك:

1. الوقود الحفري مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي.
2. المعادن المشعة التي تمثل مصدرًا للطاقة النووية مثل اليورانيوم.
3. الطاقة الحرارية الناتجة من سخونة باطن الأرض.

لذا تتيح دراسة الغلاف الصخري: تحديد مواقع الموارد، فهم طرق استخراجها، إدارتها بكفاءة واستدامة.

أولًا: الغلاف الصخري والوقود الحفري (Fossil Fuels)

يحتوي **الغلاف الصخري** على رواسب هائلة من **الوقود الحفري**، والذي يُعد حاليًا المصدر الرئيسي للطاقة في العالم، وأكثرها توفرًا داخل الغلاف الصخري.

نظرية الأصل العضوي

تفترض نظرية الأصل العضوي أن: البترول والغاز الطبيعي تكونا من بقايا الكائنات الحية، وخاصة الأحياء البحرية الدقيقة، التي دُفنت في قيعان البحار والمحيطات منذ ملايين السنين.

ومع مرور الزمن:

1. **تحولت هذه البقايا إلى رواسب.**
2. **ازدادت سماكتها تدريجيًا.**
3. **تعرضت لضغط ودرجة حرارة مرتفعة.**
4. **تكونت صخور رسوبية تُعرف بــ صخور المصدر.**

وفي هذه الصخور: تحولت البقايا العضوية الغنية بالكربون والهيدروجين إلى مواد هيدروكربونية تكون منها البترول والغاز الطبيعي.

ثانيًا: تجمع البترول والغاز الطبيعي

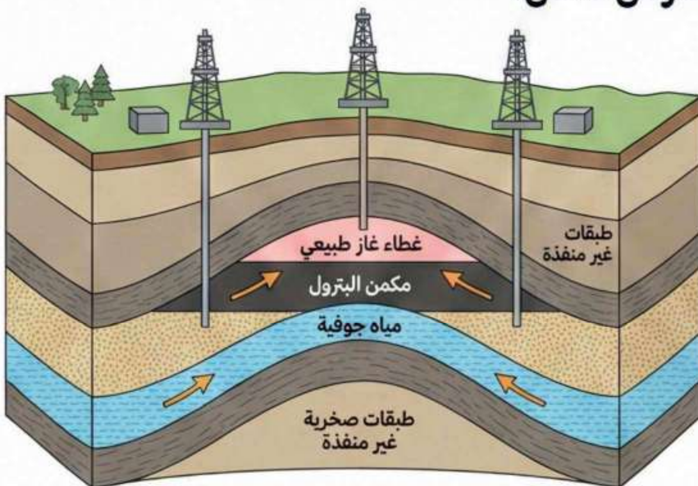
عادةً ما يتجمع **البترول والغاز الطبيعي** في باطن الأرض داخل:

طبقات صخرية غير منفذة تقع داخل أحواض رسوبية تُعرف هذه التراكيب باسم:

المصائد البترولية (Oil Traps)

ويتميز ترتيب المواد داخل المصيدة بـ:

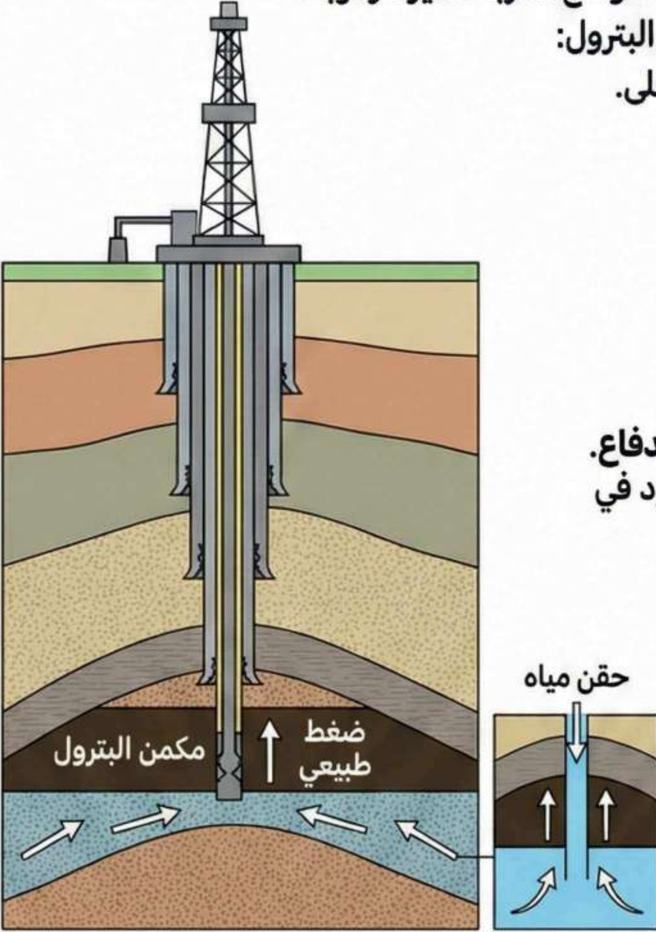
1. وجود البترول تحت ضغط مرتفع طافيًا فوق الماء.
2. وجود الغاز الطبيعي أعلى البترول.



استخراج البترول

تحديد موقع البترول والحفر

- بعد تحديد موقع **البترول** داخل الصخور الخازنة، تبدأ عملية **الحفر العميق** باستخدام منصات مخصصة تصل إلى أعماق كبيرة تحت الأرض أو تحت قاع البحر.
- تُدخل الشركات **أنابيب فولاذية قوية** داخل البئر لضمان ثباته ومنع تسربات غير مرغوبة.
- عند وصول الحفارات إلى الطبقة الصخرية التي تحتوي على البترول:
  - يسمح **الضغط الطبيعي** داخل الخزان بدفع البترول إلى أعلى.
  - أو تُستخدم تقنيات حديثة مثل:
    1. الضخ بالماء
    2. الضخ بالغاز وذلك عندما يكون الضغط منخفضًا.



استمرار التدفق ونسبة الاستخراج

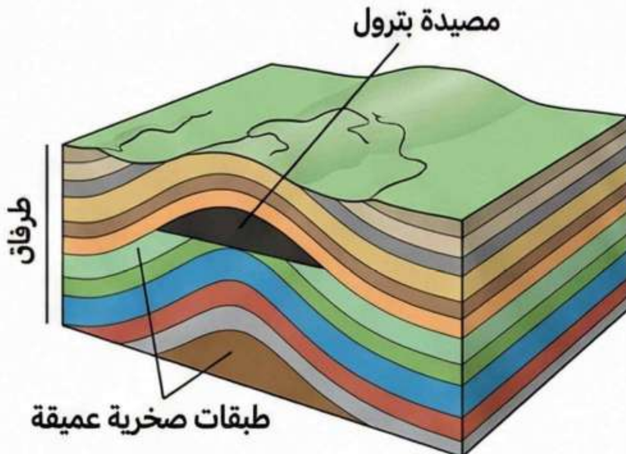
يستمر تدفق **النفط الخام** حتى يتلاشى **الضغط المسبب للاندفاع.**
- يُقدَّر ما يتم استخراجه عادةً بحوالي 20% من الخام الموجود في الحقل.
- تعتمد كمية البترول المستخرج على:
  - **لزوجة الخام**
  - مقاومة السائل للتدفق

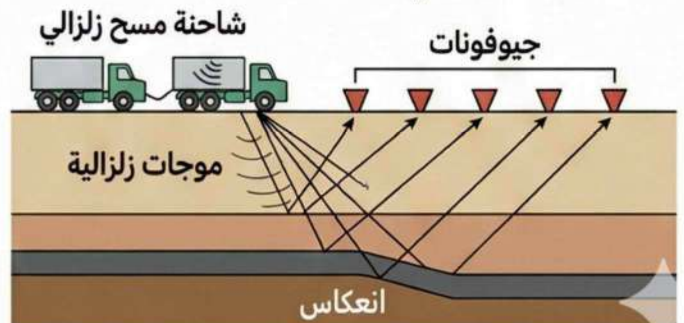
تأثير اللزوجة:
  - السوائل عالية اللزوجة تكون غليظة القوام.
  - تتدفق ببطء نتيجة:
  - زيادة قوى التجاذب بين جزيئاتها (**قوى التماسك**).
- كلما ارتفعت لزوجة الخام:
  - قلَّ معدل استخراجه.

التقنيات الحديثة في الاستكشاف

في السنوات الأخيرة، أصبحت الشركات تعتمد على **الاستشعار الزلزالي ثلاثي الأبعاد.** يسمح هذا الأسلوب لـ:
- الجيولوجيين برسم خريطة دقيقة للتركيبات الصخرية.
- تحديد أماكن تجمع النفط بدقة أكبر.

النتائج:
1. زيادة نجاح عمليات الاستخراج.
2. تقليل **الأثر البيئي.**





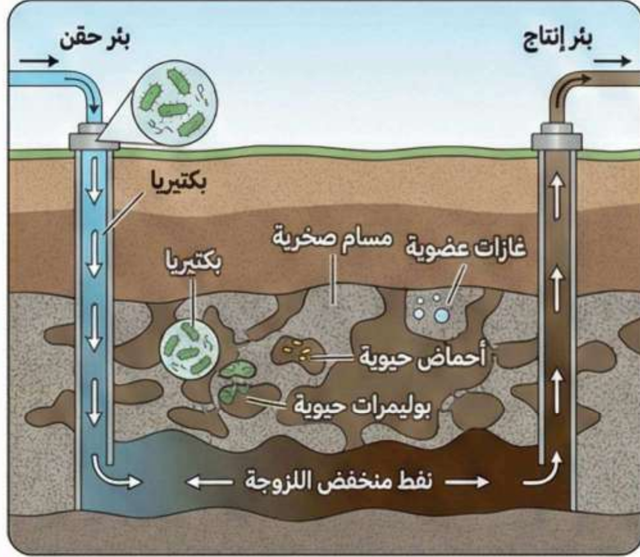
تطبيقات تكنولوجية

كائنات دقيقة تُحسّن معدل استخراج البترول الخام (الاستخلاص المعزز للنفط الحيوي)

تلجأ بعض الشركات الحديثة إلى استخدام **كائنات دقيقة** مثل أنواع معينة من **البكتيريا** للمساعدة في زيادة كمية البترول المستخرج من الصخور.

آلية العمل:

1. تُحقن هذه الكائنات في آبار البترول القديمة أو قليلة الإنتاج.
2. تبدأ في التكاثر داخل المسام الصخرية.
3. تقوم البكتيريا بإفراز:
   - **الغازات العضوية**
   - **الأحماض الحيوية**
   - **البوليمرات الحيوية**



تأثير هذه المواد:

- تغيّر خصائص **البترول** وطبقة الصخور المحيطة به.
- تساعد **الأحماض الحيوية** على إذابة بعض المعادن التي تعيق حركة النفط.
- تقلل **البوليمرات الحيوية** من لزوجة النفط.

النتيجة:

- تحسّن حركة النفط وانسيابه نحو البئر.
- زيادة كفاءة الاستخراج دون الحاجة إلى:
- عمليات ضخ قوية
- استهلاك طاقة كبير

وتُعد هذه التقنية:

- حديثة
- صديقة للبيئة
- مستخدمة حاليًا في عدة حقول حول العالم لدعم الإنتاج وتقليل الفاقد من البترول المخزون.

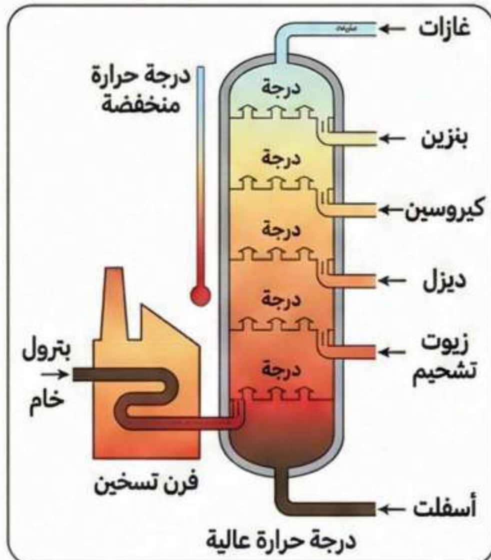
التقطير التجزيئي لزيت البترول

يتكون **البترول الخام** أساسًا من مركبات كيميائية تُسمّى **الهيدروكربونات**، وهي مركبات عضوية تحتوي على:

- **عنصر الكربون** - **عنصر الهيدروجين**

كما يحتوي البترول الخام على كميات أقل من:

- الكبريت - النيتروجين - الأكسجين - بعض الفلزات



بعد استخراج البترول:

- يُفصل إلى مكوناته المختلفة
- تُعرف هذه المكونات باسم **المنتجات البترولية**

أهمية الفصل:

- يمنح كل منتج بترولي - قيمة اقتصادية - استخدامات عملية متعددة

يصل البترول الخام إلى المصافي على هيئة:

- خليط معقد من مركبات هيدروكربونية مختلفة في:
- التركيب - الخواص

ولتحويله إلى منتجات قابلة للاستخدام مثل:

- البنزين - الديزل - غاز الطهي

تُجرى عملية: **التقطير التجزيئي**

كيف تتم عملية التقطير التجزيئي؟

تسخين البترول الخام

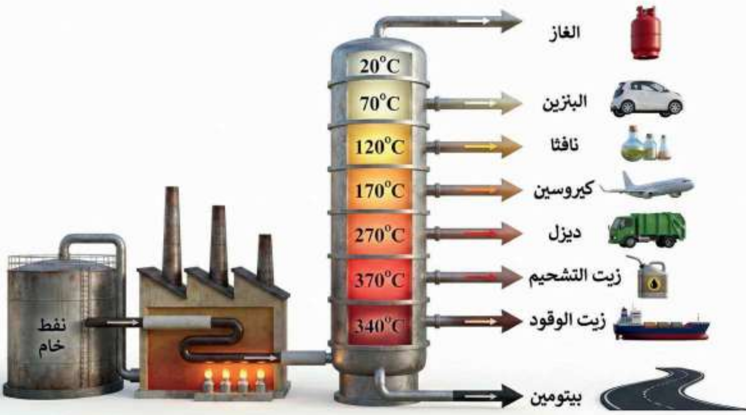
1. يُسخَّن **البترول الخام** إلى درجات حرارة عالية تصل إلى حوالي 400°C.
2. يتم التسخين داخل أفران خاصة.
3. يتحول البترول إلى **خليط من الأبخرة**.

دخول الأبخرة إلى برج التقطير

1. يُضخ البخار الساخن إلى برج مرتفع يُسمّى **برج التقطير التجزيئي**.
2. يتميّز البرج بوجود:
   - درجات حرارة مرتفعة عند القاعدة
   - درجات حرارة أقل تدريجيًّا كلما ارتفعنا لأعلى

تجميع المكونات حسب درجة غليانها وتكاثفها

تختلف **الهيدروكربونات** في درجة غليانها، لذا تتكاثف عند مستويات مختلفة داخل البرج:



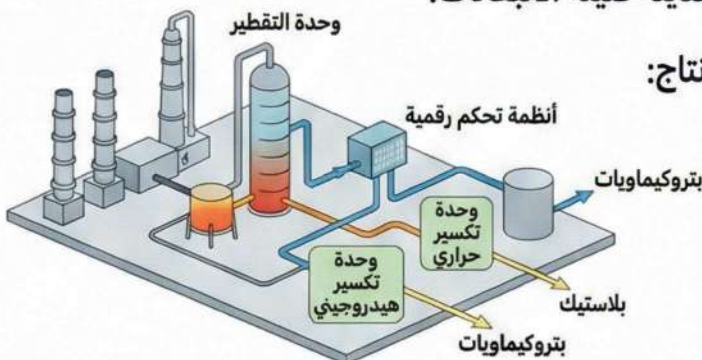
الشكل ٣٧ - عملية التقطير التجزيئي للنفط

1. **الديزل والكيروسين:**
   - يتكاثفان عند مستويات متوسطة.
2. **البنزين:**
   - يتكاثف في مستويات أعلى
   - حيث تكون درجة الحرارة أقل.
3. **الغازات الخفيفة:**
   - **مثل البيوتان والبروبان**
   - تخرج من قمة البرج.

أمثلة حديثة من التطبيقات الصناعية

1. في المصافي الحديثة في **الخليج العربي ومصر:**
   - تُستخدم أنظمة تحكم رقمية
   - لضبط درجات الحرارة ومعدلات التبريد بدقة عالية
   - مما يزيد كفاءة التقطير.
2. تعتمد بعض المصافي على وحدات:
   - **التكسير الحراري**
   - **التكسير الهيدروجيني**

   لتحويل الهيدروكربونات الثقيلة إلى:
   - بنزين خفيف عالي الجودة يُستخدم في السيارات الحديثة قليلة الانبعاثات.
3. في الصناعات المتقدمة:
   - تُستغل الغازات الخفيفة الناتجة من أعلى البرج في إنتاج:
   - **البتروكيماويات**
   - البلاستيك
   - الراتنجات
   - الألياف الصناعية التي تدخل في:
   - الأجهزة الإلكترونية
   - السيارات الكهربائية
   - مواد البناء خفيفة الوزن



ثانيًا: الغلاف الصخري كمصدر للطاقة النووية

الطاقة النووية في الغلاف الصخري

1. إلى جانب البترول والغاز الطبيعي، يوفر الغلاف الصخري موردًا آخر بالغ الأهمية للطاقة، يتمثل في العناصر المشعة.
2. تُستخدم هذه العناصر في إنتاج الطاقة النووية، ويُعد اليورانيوم العنصر الأهم في هذا المجال.
3. يوجد اليورانيوم طبيعيًا داخل بعض: - الصخور النارية - الصخور الرسوبية
4. يُستخرج اليورانيوم على هيئة معادن مثل: - اليورانينيت - الكارنوبيت
5. تكمن أهمية اليورانيوم في قدرته على تحرير **طاقة هائلة** عند انقسام نواة ذرته في عملية تُسمى الانشطار النووي.

كيف تُستخرج الطاقة النووية من اليورانيوم؟

1. تتميز ذرات اليورانيوم بأن أنويتها: - كبيرة الحجم - غير مستقرة نسبيًا
2. تتكون النواة من: - بروتونات موجبة الشحنة - نيوترونات متعادلة
3. عند زيادة عدد البروتونات والنيوترونات، يضعف تماسك النواة، مما يجعل بعض العناصر مشعة بطبيعتها.

العدد الذري والعدد الكتلي

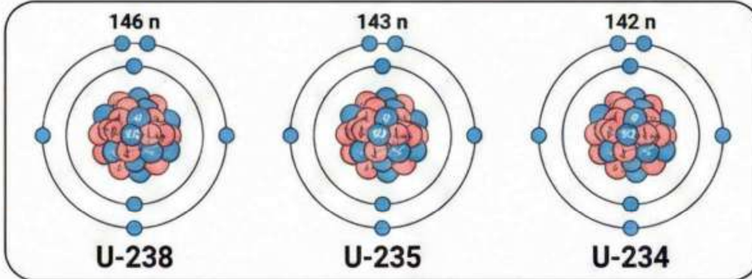
1. يُعرّف العدد الذري (Z) بأنه: - عدد البروتونات داخل النواة
2. يُعرّف العدد الكتلي (A) بأنه: - مجموع عدد البروتونات والنيوترونات
3. يُكتب الرمز النووي بالشكل:
   - العدد الكتلي (A) أعلى يسار رمز العنصر
   - العدد الذري (Z) أسفل يسار رمز العنصر
4. قد تمتلك ذرات العنصر نفسه:
   - نفس العدد الذري
   - أعدادًا مختلفة من النيوترونات وتُعرف هذه الصور باسم **النظائر**.





نظائر اليورانيوم الطبيعية

1. يوجد لليورانيوم ثلاثة نظائر طبيعية:
   - اليورانيوم-234 (U-234)
   - اليورانيوم-235 (U-235)
   - اليورانيوم-238 (U-238)
2. يُعد اليورانيوم-238 الأكثر شيوعًا، حيث يشكّل حوالي 99% من اليورانيوم الطبيعي الموجود على كوكب الأرض.

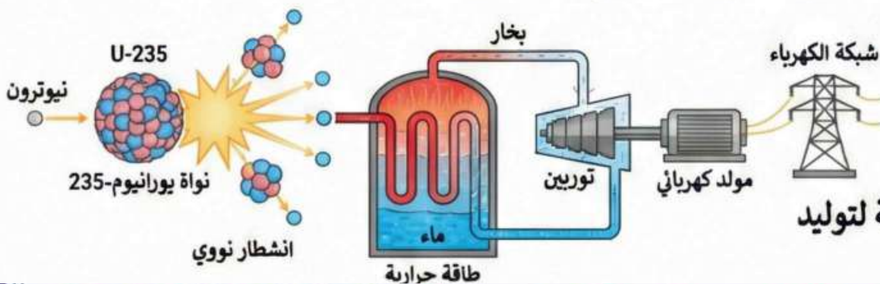


استخدام اليورانيوم في إنتاج الطاقة النووية

1. يُعد اليورانيوم عنصرًا رئيسيًا في إنتاج الطاقة النووية.
2. تُستخلص خاماته من الصخور، ثم تنقى وتحضر في صورة قضبان وقود نووي.
3. تُستخدم هذه القضبان داخل المفاعلات النووية.

الانشطار النووي وتوليد الكهرباء

1. عند اصطدام نيوترون بنواة ذرة يورانيوم، تنقسم النواة إلى أجزاء أصغر في عملية تُسمّى الانشطار النووي.
2. ينتج عن هذه العملية:
   - إطلاق قدر هائل من الطاقة الحرارية
3. تُستخدم الطاقة الحرارية في:
   - تسخين الماء
   - تحويله إلى بخار
4. يدير البخار توربينات متصلة بـ مولدات كهربائية لتوليد الطاقة الكهربائية.



التفاعلات النووية

تعريف التفاعلات النووية

1. التفاعلات النووية هي عمليات:
- تتم داخل نواة الذرة
- يحدث خلالها تغير في تركيب النواة
2. تؤدي هذه التفاعلات إلى:
- تحرير كميات هائلة من الطاقة

أنواع التفاعلات النووية



1. الانشطار النووي:
- تنقسم نواة الذرة إلى عدة أجزاء أصغر
- يحدث ذلك كما في المفاعلات النووية
2. الاندماج النووي:
- تندمج أنوية صغيرة معًا
- لتكوين نواة أكبر
- يحدث طبيعيًا في الشمس والنجوم

تطبيقات حديثة للطاقة النووية

1. تُعدّ الطاقة النووية اليوم:
- جزءًا مهمًا من منظومة الطاقة العالمية
2. تتميز بقدرتها على: - إنتاج كميات كبيرة وثابتة من الطاقة الكهربائية - دون انبعاثات كربونية تقريبًا
3. تعتمد عليها دول عديدة مثل: - فرنسا - اليابان - كوريا الجنوبية - الإمارات العربية المتحدة

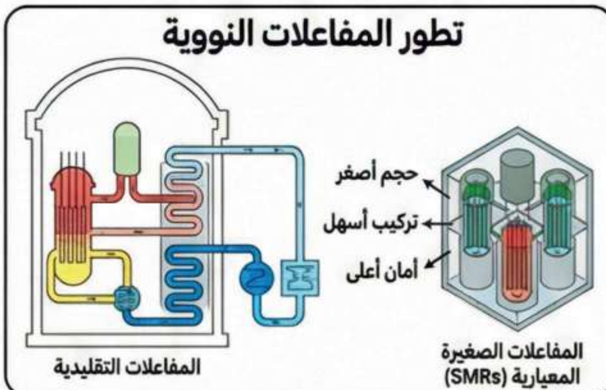
الطاقة النووية في مصر – محطة الضبعة

1. تُعدّ محطة الضبعة النووية في مصر:
- مثالًا حديثًا على استغلال موارد الغلاف الصخري في إنتاج الطاقة النووية
2. تقع المحطة: - بمحافظة مطروح - على ساحل البحر المتوسط
3. تضم المحطة: - أربعة مفاعلات نووية من طراز متطور
4. تُستخدم فيها: - عناصر مشعة مستخرجة من الصخور - مثل اليورانيوم
5. تُنتج المحطة: - كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية

أهمية مشروع الضبعة

1. يُعدّ مشروع الضبعة: - خطوة مهمة في توجه مصر - نحو مصادر طاقة آمنة ونظيفة
2. يساهم المشروع في: - توفير كهرباء مستقرة - تقليل الاعتماد على الوقود الحفري - دعم خطط التنمية
3. يعزز: - القدرات العلمية والهندسية لمصر - تطوير تقنيات حديثة - الاستخدام المسؤول لموارد الغلاف الصخري

مستقبل الطاقة النووية



1. تتجه الأبحاث الحديثة إلى تطوير:
- مفاعلات الجيل الرابع - المفاعلات الصغيرة المعيارية (SMRs)
2. تتميز هذه المفاعلات بأنها: تستخدم كميات أقل من الوقود النووي - أسهل في التركيب - أكثر أمانًا
3. تمثل الطاقة النووية: - خيارًا واعدًا لدعم انتقال العالم - نحو مصادر طاقة مستدامة - نحو مصادر طاقة مستدامة - وصديقة للبيئة

اكتشاف النشاط الإشعاعي

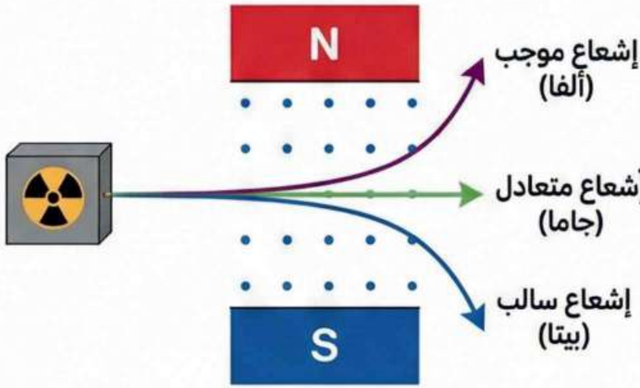
تجربة هنري بيكريل

1. في عام 1896:
- كان العالم **هنري بيكريل** يدرس خصائص **الأشعة السينية**.
2. قام بتجربة:
- تعريض أحد **أملاح اليورانيوم** لأشعة الشمس.
- وضعها على ألواح تصوير ملفوفة بورق أسود.
3. كان الاعتقاد السائد:
- أن اليورانيوم يمتص طاقة الشمس
- ثم يطلقها على شكل **أشعة سينية**.
4. عند إجراء التجربة في جو غائم:
- ظهرت الصور قوية وواضحة.
5. أثبت ذلك أن:
- اليورانيوم يصدر **إشعاعًا ذاتيًا**
- دون الحاجة إلى مصدر طاقة خارجي مثل الشمس.



تمييز أنواع الإشعاع

1. استخدم بيكريل جهازًا كما بالشكل:
- يحتوي على مجال مغناطيسي.
2. أظهرت النتائج: - أن الإشعاع لا يمكن أن يكون نوعًا واحدًا.
3. تبيّن وجود:
   1. إشعاع **موجب**. 2. إشعاع **سالب**.
   3. إشعاع **متعادل كهربائيًا**.
4. دلّ ذلك على: وجود ثلاثة أنواع مختلفة من الإشعاعات.



إسهام ماري كوري

1. بدأت **ماري كوري** مع زوجها **بيير كوري**: - دراسة مواد مشعة مختلفة.
2. أطلقت مصطلح **النشاط الإشعاعي**: - على الظاهرة التي اكتشفها بيكريل.
3. استخرج آل كوري: - عنصر **اليورانيوم** من الخام.
4. لاحظوا أن: - الخام المتبقي أكثر نشاطًا إشعاعيًا من اليورانيوم النقي.
5. استنتجوا أن: - الخام يحتوي على عناصر أخرى. 6.أدى ذلك إلى - اكتشاف عنصري **البولونيوم والراديوم**.

احتياطات الوقاية من الإشعاع النووي

1.يجب اتخاذ احتياطات للحد من مخاطر المواد المشعة، ومنها:
   1. **الحفاظ على المصادر المشعة محمية:**
   - ويفضل وضعها في صندوق مبطن بالرصاص.
   2. **عدم نقل المواد المشعة:**
   - إلا عند الضرورة القصوى - مع اتباع قواعد صارمة.
   3. **ارتداء ملابس واقية:**
   - لحماية الجسم من الإشعاع المنبعث.
   4. **ارتداء أقنعة الوجه:**
   - لتجنب استنشاق بخار المواد المشعة.
   5. **المراقبة المستمرة للإشعاع:**
   - في البيئة المحيطة
   - باستخدام عداد جيجر أو أجهزة مشابهة.


رمز الخطر الإشعاعي


أدوات الوقاية الشخصية


صندوق رصاصي
مصدر مشع



جهاز عداد جيجر

مصادر واعدة للطاقة المتجددة

مدخل علمي

1. يقدّم العلم الحديث آفاقًا جديدة لفهم:
- علاقة الغلاف الصخري بمصادر الطاقة المتجددة.
2. تسهم خصائص: - الصخور - - المعادن في توليد طاقة نظيفة تدعم استدامة كوكب الأرض.
3. يهدف هذا الجزء إلى:
- التعرف على طرق حصول الإنسان على الطاقة من الغلاف الصخري.
- دعم التوازن البيئي واستدامة الموارد.

أنواع الطاقة المستخرجة من الغلاف الصخري

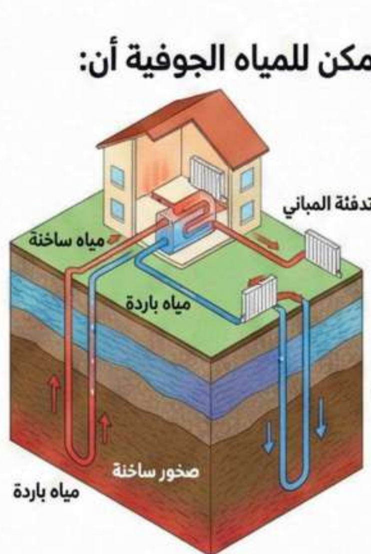
1. تشمل مصادر الطاقة:
   1. **الطاقة الحرارية الأرضية.**
   2. **الطاقة الناتجة عن النشاط الحراري في أعماق الصخور.**
   3. **الطاقة الناتجة عن الكهرباء الانضغاطية لبعض المعادن.**
   4. **طاقة تخزين الهواء المضغوط بين الصخور.**
   5. **طاقة الهيدروجين الطبيعي.**

الطاقة الحرارية الأرضية

1. يعد الغلاف الصخري مصدرًا مهمًا للطاقة، ومن أهمها: - **الطاقة الحرارية الأرضية.**
2. تنشأ هذه الطاقة من:
- الحرارة المختزنة في أعماق الأرض.
- الصمماء اللصخور.
- تحلل العناصر المشعة داخل الصخور.
- وجود الماجما الساخنة أسفل القشرة الأرضية.
3. تزداد درجة الحرارة:
- كلما اتجهنا نحو باطن الأرض.
- فيما يعرف بـ **التدرج الحراري للأرض.**

آلية الاستفادة من الطاقة الحرارية الأرضية

1. عند وجود:
- شقوق أو فتحات في الغلاف الصخري، يمكن للمياه الجوفية أن:
  - تنفذ إلى الأعماق
  - تسخن بشدة
  - ترتفع إلى السطح على هيئة:
    - ينابيع ساخنة
    - بخار مضغوط
2. تستغل بعض الدول هذه الطاقة عبر:
- إنشاء محطات طاقة حرارية أرضية.
- استخدام البخار مباشرة لإدارة التوربينات.
- الاستفادة منها في:
  - توليد الكهرباء
  - تدفئة المباني
  - بعض التطبيقات الصناعية.



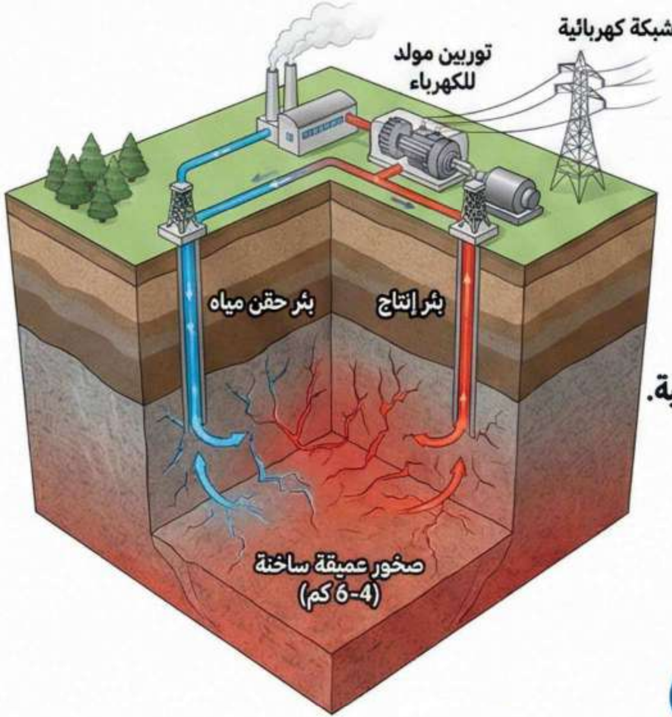


مميزات الطاقة الحرارية الأرضية

1. **طاقة: - متجددة - نظيفة**
2. **لا ينتج عنها: - تلوثٌ يُذكر.**
3. **يتوافر مصدرها: - بشكل مستمر - في المناطق ذات الظروف الجيولوجية المناسبة.**
4. **تعد من الحلول المهمة: - لتحقيق التنمية المستدامة - وتقليل الاعتماد على الوقود الحفري.**

تطبيق تكنولوجي حديث

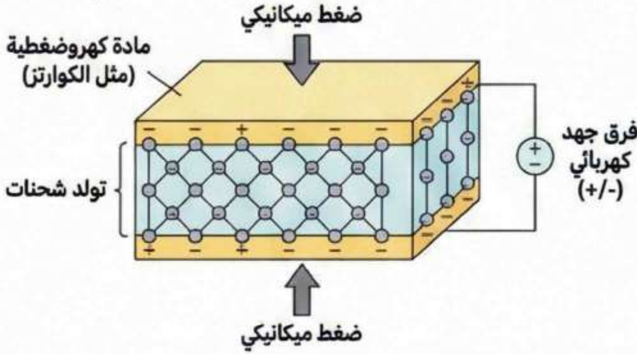
توليد الكهرباء من حرارة الصخور العميقة بتقنية EGS



1. في السنوات الأخيرة طوّر العلماء تقنية متقدمة تُسمَّى:
   - الأنظمة الجيوحرارية المعززة (EGS).
2. يعتمد هذا النظام على:
   - حفر آبار عميقة داخل صخور شديدة السخونة.
   - أعماق قد تصل إلى 4–6 كيلومترات.
3. يقوم المهندسون بـ:
   - ضخ كميات من الماء داخل شقوق دقيقة في الصخور.
   - يكتسب الماء حرارة عالية.
   - يعود إلى السطح لتشغيل التوربينات وتوليد الكهرباء.
4. نجحت دول مثل:
   - الولايات المتحدة في تشغيل محطات تجريبية تعتمد على هذه التقنية.
5. يثبت هذا التطور أن:
   - الحرارة الجوفية يمكن أن تصبح مصدر طاقة نظيفة
   - تعمل 24 ساعة طوال العام.
6. يُعد هذا الإنجاز:
   - تقدمًا علميًا كبيرًا
   - خطوة نحو مورد طاقة مستدام يعتمد على حرارة الأرض العميقة.

الطاقة من الكهرباء الانضغاطية (Piezoelectricity)

1. تُعدُ الكهرباء الانضغاطية من الابتكارات الحديثة.
2. تعتمد على: - خصائص بعض المعادن في الغلاف الصخري - مثل الكوارتز.
3. عند تعرض هذه المعادن إلى: - الضغط - الاهتزاز - الانحناء فإنها تولد شحنة كهربائية دون الحاجة إلى مصدر طاقة خارجي.
   - تتمد الفكرة على شوبة.
4. تعتمد الفكرة على:
   - تشوه البناء البلوري للمادة
   - حدوث اختلال في توزيع الشحنات
   - توليد فرق في الجهد الكهربائي.
5. يُستخدم هذا التأثير في:
   - ولاعات إشعال الغاز
   - حيث يولد الضغط على زر شرارة كهربائية.



التطبيقات الحديثة للكهرباء الانضغاطية

1. أصبحت الكهرباء الانضغاطية مجالًا واعدًا في: - إنتاج الطاقة.
2. تعتمد عليها بعض المدن في: - توليد الكهرباء من خطوات المشاة
   - تستعرض هذه المعادن إلى:- في المحطات والمراكز التجارية.
3. تُستخدم في: - شحن الأجهزة الصغيرة.
4. تدخل التقنية في:
   - حساسات السيارات - أنظمة الأمان
   أجهزة تتبع الاهتزازات في الجسور والمباني.
5. في المجال الطبي:
   - تستخدم في شحن أجهزة الاستشعار المزروعة داخل جسم الإنسان - دون الحاجة إلى بطارية
   - مما يمثل طفرة في التطبيقات الطبية.



توليد الطاقة من حركة الأقدام (مترو/مراكز تجارية)



توليد الطاقة من حركة المركبات

دلالة علمية مستقبلية

1. يواصل العلم: - استكشاف خصائص المعادن في الغلاف الصخري.
2. يهدف ذلك إلى: - إنتاج طاقة مبتكرة - ذكية - نظيفة - ومتجددة.
3. يسهم هذا التوجه في: - بناء مستقبل يعتمد على المصادر النظيفة - دعم استدامة كوكب الأرض.

٣- طاقة تخزين الهواء المضغوط في الصخور

المفهوم العام

1. يُعد تخزين الهواء المضغوط داخل تجاويف صخرية تحت سطح الأرض:
- من التقنيات الحديثة. - التي تعتمد على الغلاف الصخري. - كمكون أساسي لإنتاج طاقة نظيفة متجددة.
2. تقوم الفكرة على: - استخدام الكهرباء الناتجة من مصادر متجددة. - مثل لضغط الهواء ودفعه داخل تجاويف صخرية عميقة.

آلية التخزين والتشغيل

1. يبقى الهواء: - محبوسًا تحت ضغط كبير داخل الصخور. 2. عندما تحتاج محطة الكهرباء إلى طاقة إضافية:
- يُسمح للهواء بالخروج من التجاويف. - يتجه إلى التوربينات. - فتدير المولدات لتوليد الكهرباء من جديد.

الأساس العلمي للكفاءة

1. تعتمد كفاءة هذه التقنية على: - قوانين الغازات. 2. تدرس هذه القوانين: - العلاقة بين ضغط الغاز. - الحجم. - درجة الحرارة.
3. مقدار الضغط الذي يصل إليه الهواء داخل الصخور: - يتوقف على عدة عوامل.

العوامل المؤثرة في الضغط

1. عندما تقوم محطة الطاقة: - بدفع كمية كبيرة من الهواء. - إلى حيز صغير داخل الصخور. 2. فإن الضغط:
2. فإن الضغط: - يرتفع بشكل كبير داخل هذا الحيز.

تأثير الحرارة

1. عندما ينضغط الهواء: - لا يزداد ضغطه فقط. - بل ترتفع درجة حرارته أيضًا.
2. يرجع ذلك إلى: - تقارب جزيئات الهواء. - وزيادة سرعتها الحركية.
3. تقوم بعض محطات الطاقة بـ - تخزين انضغاط الهواء.
- ثم إعادة استخدامها عند إطلاق الهواء إلى التوربينات.
4. يؤدي ذلك إلى:
- تقليل الفاقد من الطاقة.
- زيادة كفاءة المحطة.

دور خصائص الغلاف الصخري



الشكل ٤٨ - محطة تخزين هواء مضغوط

1. تعتمد كفاءة هذه التقنية أيضًا على:
- خصائص الغلاف الصخري.
2. مثل:
- قوة الصخور.
- قدرتها على تحمل الضغط.
3. الصخور الصلبة:
- تتحمل ارتفاع ضغط الهواء.
- دون أن تنهار.
4. تسمح هذه الخصائص ب:
- حبس كميات كبيرة من الهواء داخل تجاويفها.
5. عند إطلاق الهواء لاحقًا:
- يكون الضغط المرتفع.
- هو العامل الأساسي في تشغيل المولدات وتوليد الكهرباء.

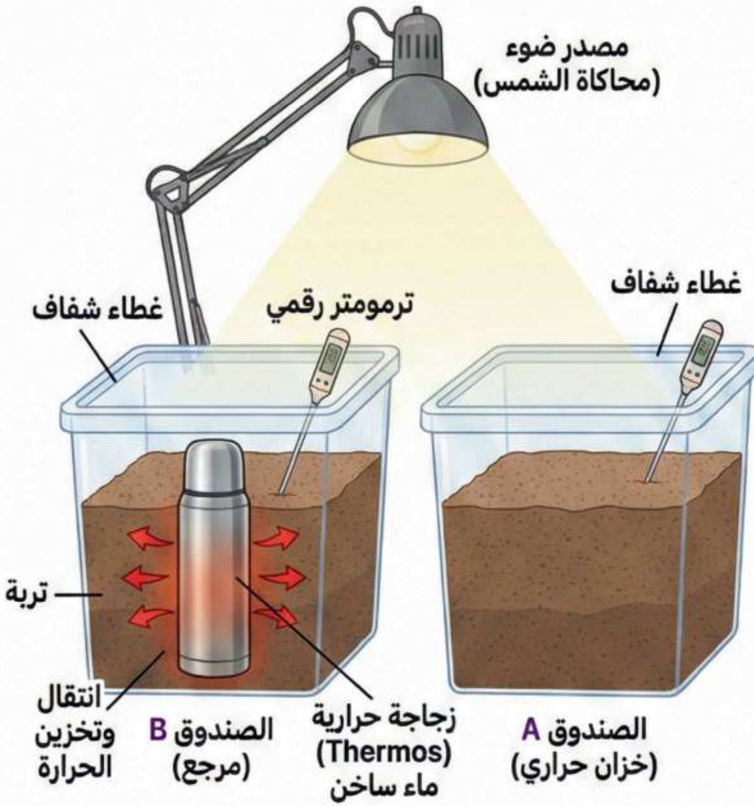
نشاط عملي نموذج تدفئة منزل بالطاقة الجوفية (محاكاة بسيطة)

المواد المطلوبة

1. صندوقان شفافان صغيران:
- (علب بلاستيك شفافة تُغلق).
2. كمية من التربة أو الرمل:
- لملء الصندوقين حتى منتصف ارتفاعهما.
3. زجاجتان حراريتان (Thermos):
- أو قارورتان معزولتان تحتويان ماءً ساخنًا.
4. عدد (2) ترمومتر رقمي:
- لقياس درجة الحرارة.
5. ورق مقوّى:
- لصنع سقف.
6. غطاء شفاف:
- يمثل بيتًا بلاستيكيًا (اختياري).
7. ساعة إيقاف، ورقة، وقلم.
8. مصدر ضوء:
- (مصباح طاولة) لمحاكاة حرارة الشمس (اختياري).

الإجراءات التجريبية

1. ضع كمية التربة أو الرمل في الصندوقين:
- بنفس الارتفاع.
- يعمل الصندوق A كخزان حراري، كمرجع.
2. في الصندوق A:
- ادفن قارورة الماء الساخن في وسط التربة.
- بحيث تكون القارورة محميّة ومغطاة بإحكام.
3. في الصندوق B:
- اترك التربة فقط.
أو ضع قارورة ماء بنفس الحجم داخل غلاف معزول جيدًا.
- لمنع تسرب الحرارة.
4. ضع ترمومترًا داخل كل صندوق:
- قرب سطح التربة.
- في موقع يمثل المكان الذي سيكون فيه داخل البيت.
5. إذا وجد:
- ضع غطاءً شفافًا فوق كل صندوق.
- بنفس شروط البيت البلاستيكي.
6. شغّل مصدر الضوء فوق الصندوقين:
- لمدة (1–2) ساعة لمحاكاة تسخين الشمس.
- ثم أطفئه أو انتظر مرور الزمن.
7. قس درجات الحرارة:
- في كل صندوق كل (15–30) دقيقة.
- لمدة ساعتين على الأقل.
- سجّل القياسات بدقة.
8. لاحظ:
- كيف يختلف ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة بين الصندوقين.



أسئلة للنقاش والتقييم

1. لماذا حافظ الصندوق A على درجة حرارة أعلى؟
- صف العملية الفيزيائية المسؤولة.
- التي جعلت الحرارة تُحتفظ لفترة أطول.
2. كيف يمكن تحسين تصميم المخزن الحراري؟
3. في أي مواقع حقيقية:
- يمكن تطبيق هذه الفكرة؟
- اذكر مثالًا مدنيًا وآخر زراعيًا.
4. ما المزايا:
- البيئية
- والاقتصادية
- لاستخدام الطاقة الحرارية الأرضية
- بدلًا من حرق الوقود؟

تقييم الدرس الثالث

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد
اختر الإجابة الصحيحة:

1. أي من الطرق التالية تُستخدم لاستخراج البترول من باطن الأرض؟
أ) الاستشعار الزلزالي ثلاثي الأبعاد
ب) الضغط الميكانيكي على سطح الأرض
ج) تفاعلات الانشطار النووي
د) الأنظمة الجيوحرارية المعززة

2. ما الهدف من عملية التقطير التجزيئي للبترول؟
أ) فصل مكوناته حسب اللون
ب) فصل مكوناته حسب درجات غليانها المختلفة
ج) مزج مكوناته الكيميائية معًا
د) رفع المحتوى الحراري لمكوناته

3. أي من مجموعة المنتجات التالية ينتج عن التقطير التجزيئي للبترول؟
أ) الجازولين والشمع والأسفلت
ب) الماء والملح والحديد
ج) اليورانيوم والسيليكون والكوارتز
د) الجبس والحجر الجيري والطين

4. لماذا تُستخدم بعض الكائنات الدقيقة (الميكروبات) في استخراج البترول؟
أ) لتلوين البترول
ب) لتحليل الصخور وتحريك النفط العالق في المسام الصخرية
ج) لتجميد البترول
د) لإنتاج الكهرباء مباشرة

5. ما العامل الأساسي الذي يؤثر في كمية البترول المستخرج من الصخور؟
أ) كمية الأملاح في المياه الجوفية
ب) نفاذية الصخور وحجم مسامها
ج) درجة حرارة الهواء الجوي حول موقع الحفر
د) نوع الكائنات المتحولة إلى بترول

6. ما مصدر الطاقة النووية المستخدمة في محطة الضبعة؟
أ) الطاقة الشمسية
ب) حرارةِ باطنِ الأرضِ
ج) اليورانيوم
د) الغاز الطبيعي

7. لماذا تعتبر الطاقة الحرارية الأرضية مصدرًا مستدامًا للطاقة؟
أ) لأنها تعتمد على الوقود الحفري
ب) لأنها مستمرة ومتجددة بفعل حرارة باطن الأرض
ج) لأنها تسبب تلوثًا عاليًا
د) لأنها محدودة وتنضب بسرعة

8. عند حدوث الانشطار النووي في نواة اليورانيوم، تنطلق الطاقة على شكل ....
أ) حرارة فقط
ب) ضوء فقط
ج) حرارة وطاقة حركية وجسيمات نووية
د) موجات صوتية

9. يمكن استغلال الطاقة الحرارية الأرضية مباشرة في ....
أ) تشغيل الهواتف المحمولة
ب) تدفئة المنازل والمزارع
ج) صناعة الزجاج
د) استخلاص الحديد

10. أي من الخصائص التالية تجعل الصخور مصدرًا جيدًا للطاقة النووية؟
أ) كثافتها المنخفضة واحتواؤها على الميكا
ب) احتواؤها على معادن مشعة
ج) لونها الداكن
د) نفاذيتها المرتفعة للماء

11. ما الدور الذي تلعبه خزانات المياه الجوفية في محطات الطاقة الحرارية الأرضية؟
أ) تخزين الطاقة
ب) التبادل الحراري بين الصخور والمياه
ج) تخزين الكهرباء مباشرة دون حرارة
د) زيادة الضغط في جوف الأرض

12. ما التقنية التي يستخدمها مشروع EGS لتوليد الكهرباء؟
أ) الاعتماد على الطاقة الشمسية المركزة
ب) استخدام حفر عميقة لضخ الماء داخل الصخور الساخنة لتوليد الكهرباء
ج) حرق الفحم لإنتاج البخار
د) الاعتماد على الرياح لتسخين الصخور

13. ما الفائدة البيئية الرئيسية من استخدام الطاقة النووية والطاقة الحرارية الأرضية بدلًا من الوقود الحفري؟
أ) زيادة استهلاك الفحم
ب) تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري
ج) زيادة إنتاج الهيدروجين الأبيض
د) تقليل استهلاك مياه الأنهار

14. أي موقف مما يلي يوضح أفضل تطبيق عملي يعتمد على مبدأ تخزين الطاقة بالهواء المضغوط داخل تجاويف الغلاف الصخري؟

أ) تخزين الكهرباء في بطاريات ليثيوم داخل مبانٍ صناعية

ب) ضغط الهواء داخل كهوف ملحية ثم إطلاقه عند الحاجة

ج) زيادة سرعة الرياح حول التوربينات لرفع كفاءة توليد الكهرباء

د) نقل الغاز الطبيعي في خطوط أنابيب تحت الأرض

15. يعتمد الهيدروجين الطبيعي على تفاعل داخل الصخور. ما النتيجة الأكثر منطقية إذا كانت الصخور قليلة المحتوى من معدن الأوليفين؟

أ) يزداد إنتاج الهيدروجين الطبيعي بسبب ارتفاع نفاذية الصخور

ب) يتوقف إنتاج الهيدروجين تمامًا لأن الصخور تصبح غير قادرة على إنفاذ الماء

ج) ينخفض معدل تكوين الهيدروجين الطبيعي لغياب العنصر الأساسي في التفاعل

د) يرتفع الضغط داخل الصخور مؤديًا إلى انفجارها

16. أي تفسير يوضح سبب تفضيل بعض الدول تخزين الطاقة بالهواء المضغوط داخل كهوف صخرية بدلًا من منشآت خرسانية صناعية؟

أ) الصخور توفر درجة حرارة ثابتة تقلل فاقد الطاقة أثناء التخزين

ب) المنشآت الخرسانية أكثر تكلفة لكنها تخزن طاقة أكبر

ج) الهواء المضغوط يتحرك أسرع داخل الخرسانة مقارنة بالصخور

د) الصخور تمنع تمامًا أي فقد للهواء أثناء التشغيل

17. من طرق استخدام الغلاف الصخري كمورد للطاقة لتوليد الكهرباء:

الطريقة (1): ضخ هواء مضغوط داخل الصخور ثم استعادته.

الطريقة (2): الحصول على هيدروجين طبيعي من الصخور.

أي مما يلي صحيح؟

أ) كلا الطريقتين يعتمدان على حرارة باطن الأرض

ب) تعتمد الطريقة (1) على عمليات كيميائية في الصخور بينما تعتمد الطريقة (2) على عمليات فيزيائية

ج) يوجد الهواء المضغوط والهيدروجين الأبيض دون تدخل بشري

د) تتطلب الطريقة (1) وجود صخور أكثر صلابة عما تحتاجه الطريقة (2)

ثانيًا: أسئلة مقالية
بم تفسر؟

1. يحتاج النفط الخام إلى التقطير التجزيئي قبل الاستخدام في وسائل النقل والمصانع.

2. يمكن أن تساعد الكائنات الدقيقة في تحسين كمية النفط المستخرج من الصخور.

3. تعتمد كمية البترول التي يمكن استخراجها من الصخور على نفاذيتها.

4. اختلاف استخدام منتجات البترول حسب درجة غليانها بعد التقطير التجزيئي.

5. يظل الصندوق الذي يحتوي على مخزون حرارة في نشاط تدفئة المدفئة أكثر دفئًا من الصندوق المرجعي.

6. استخدام عناصر مشعة مثل اليورانيوم في توليد الطاقة النووية بدل المعادن المستقرة الأخرى.

7. يمكن للحرارة المختزنة في باطن الأرض المساعدة في تدفئة البيوت والمزارع على مدار السنة.

8. العلاقة بين كثافة الصخور وكمية الحرارة التي يمكن تخزينها فيها في الطاقة الحرارية الأرضية.